



Centrale
nucléaire
du Bugey

Réacteur n°3

Route départementale 20
01 150 Saint-Vulbas



Enquête publique sur le rapport du 4^e réexamen périodique, au-delà de la 35^e année de fonctionnement du réacteur électronucléaire n°3 de l'Installation Nucléaire de Base n°78, situé sur le Centre Nucléaire de Production d'Électricité du Bugey sur la commune de Saint-Vulbas dans l'Ain.

DOCUMENT

2

Rapport de Réexamen périodique de Bugey 3

INTRODUCTION	2
VOLET I – RISQUES	12
CHAPITRE 1 : CONFORMITE.....	14
SECTION 0 : RESORPTION DES ECARTS AYANT UN IMPACT SUR LA SURETE	16
SECTION 1 : EXAMEN DE CONFORMITE	20
SECTION 2 : PROGRAMME D'INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES (PIC).....	37
SECTION 3 : TRAITEMENT DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS POUR LA SURETE (ESS) DE NIVEAU SUPERIEUR OU EGAL A 1 SUR L'ECHELLE INES ET DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS POUR L'ENVIRONNEMENT (ESE) RELATIFS AU CONFINEMENT LIQUIDE.....	42
SECTION 4 : REVUE DE CONFORMITE DES SYSTÈMES	46
CHAPITRE 2 : REEVALUATION.....	61
SECTION 1 : ACCIDENTS SANS FUSION DU COEUR.....	63
SECTION 2 : AGRESSIONS.....	96
SECTION 3 : PISCINE COMBUSTIBLE	177
SECTION 4 : ACCIDENTS AVEC FUSION DU COEUR	191
SECTION 5 : MAITRISE DES RISQUES CONVENTIONNELS	211
SECTION 6 : ETUDES TRANSVERSES	217
SECTION 7 : CONTRIBUTION DU NOYAU DUR AUX OBJECTIFS DU REEXAMEN	230
VOLET II – INCONVENIENTS	260
CHAPITRE 1 : CONFORMITE.....	262
CHAPITRE 2 : REEVALUATION.....	321
VOLET III – POURSUITE DU FONCTIONNEMENT APRES 40 ANS	344
SECTION 1 : MAITRISE DU VIEILLISSEMENT ET DE L'OBSOLESCENCE.....	345
SECTION 2 : MAITRISE DE LA QUALIFICATION DES MQCA	364
CONCLUSION	378
ANNEXE.....	381
GLOSSAIRE	392

INTRODUCTION

La quatrième Visite Décennale de la tranche 3 du Centre Nucléaire de Production d'Electricité (CNPE) du Bugey a débuté le 11 novembre 2023 (découplage de la tranche du réseau électrique).

A la date de rédaction du présent document, la quatrième visite décennale de la tranche 3 du CNPE du Bugey est toujours en cours.

Dans le cadre du quatrième réexamen périodique des tranches du Palier CP0 Bugey (faisant partie du Palier 900 MWe), le présent document constitue le Rapport de Conclusions du Réexamen de la tranche 3 du CNPE du Bugey. Il présente les conclusions du réexamen en regard des objectifs associés, ainsi qu'une synthèse des méthodes mises en œuvre et des principaux résultats pour chaque thème traité. Les thèmes qui y sont abordés sont présentés tout d'abord de manière générique pour l'ensemble des réacteurs du Palier CP0 Bugey, puis déclinés pour la tranche 3 du CNPE du Bugey afin de mettre en avant les spécificités de cette tranche en regard du thème examiné et dresser le bilan d'intégration des modifications prévues pour ce thème.

Ainsi, chaque thème du réexamen est structuré de la manière suivante dans le Rapport de Conclusions du Réexamen :

- **Partie générique Palier**
- **Partie spécifique à la tranche**
 - Spécificités de la tranche : cette partie présente la déclinaison locale des études, notamment lorsque la tranche présente des spécificités vis-à-vis de l'état Palier.
 - Bilan de l'état de la tranche : bilan de la réalisation des contrôles ou de l'intégration des modifications prévues.

Ce document couvre l'ensemble des intérêts protégés définis à l'article L.593-1 du code de l'environnement.

0 CONTEXTE

L'article L.591-1 du code de l'environnement définit la sûreté nucléaire comme « *L'ensemble des dispositions techniques et des mesures d'organisation relatives à la conception, à la construction, au fonctionnement, à l'arrêt et au démantèlement des INB, ainsi qu'au transport des substances radioactives, prises en vue de prévenir les accidents ou d'en limiter les effets* ».

Les articles L.593-18 et L.593-19 du code de l'environnement traitent des réexamens périodiques :

Article L.593-18 : « L'exploitant d'une installation nucléaire de base procède périodiquement au réexamen de son installation en prenant en compte les meilleures pratiques internationales.

Ce réexamen doit permettre d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables et d'actualiser l'appréciation des risques ou inconvénients que l'installation présente pour les intérêts mentionnés à l'article [L. 593-1](#), en tenant compte notamment de l'état de l'installation, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances, dont celles sur le changement climatique et ses effets, et des règles applicables aux installations similaires. Cette appréciation des risques tient compte des conséquences du changement climatique sur les agressions externes à prendre en considération dans le cadre de celle-ci.

Ces réexamens ont lieu tous les dix ans. Toutefois, le décret d'autorisation peut fixer une périodicité différente si les particularités de l'installation le justifient. Pour les installations relevant de la directive 2009/71/Euratom du Conseil du 25 juin 2009 établissant un cadre communautaire pour la sûreté nucléaire des installations nucléaires, la fréquence des réexamens périodiques ne peut être inférieure à une fois tous les dix ans.

Le cas échéant, l'exploitant peut fournir sous la forme d'un rapport séparé les éléments dont il estime que la divulgation serait de nature à porter atteinte à l'un des intérêts visés à [l'article L. 124-4](#). Sous cette réserve, le rapport de réexamen périodique est communicable à toute personne en application des [articles L. 125-10 et L. 125-11](#) ».

Article L593-19 : « L'exploitant adresse à l'Autorité de Sûreté Nucléaire et au ministre chargé de la sûreté nucléaire un rapport comportant les conclusions de l'examen prévu à [l'article L. 593-18](#) et, le cas échéant, les dispositions qu'il envisage de prendre pour remédier aux anomalies constatées ou pour améliorer la protection des intérêts mentionnés à l'article [L. 593-1](#).

Pour les réexamens au-delà de la trente-cinquième année de fonctionnement d'un réacteur électronucléaire, le rapport mentionné au premier alinéa du présent article fait l'objet d'une enquête publique.

L'Autorité de Sûreté Nucléaire analyse le rapport mentionné au même premier alinéa. A l'issue de cette analyse, elle peut imposer à l'exploitant de nouvelles prescriptions mentionnées à l'article L. 593-10. Pour les réexamens mentionnés au deuxième alinéa du présent article, l'Autorité de Sûreté Nucléaire tient compte des conclusions de l'enquête publique dans son analyse du rapport de l'exploitant et dans les prescriptions qu'elle prend. Pour ces mêmes réexamens, cinq ans après la remise du rapport mentionné au premier alinéa du présent article, l'exploitant remet à l'Autorité de Sûreté Nucléaire un rapport intermédiaire rendant compte de la mise en œuvre des prescriptions mentionnées à l'article L. 593-10 prises à l'occasion du réexamen, au vu duquel l'Autorité de Sûreté Nucléaire peut compléter ces prescriptions.

L'Autorité de Sûreté Nucléaire communique son analyse du rapport et ses prescriptions au ministre chargé de la sûreté nucléaire. A l'exception des informations susceptibles de porter atteinte aux intérêts mentionnés au I de l'article L. 124-4, cette analyse et ces prescriptions sont rendues publiques.

Les dispositions envisagées par l'exploitant font l'objet, en fonction de leur degré d'importance, d'autorisations en cas de modifications substantielles, dans les conditions prévues au II de l'article L. 593-14, ou de déclarations ou d'autorisations en cas de modifications notables, dans les conditions prévues à l'article L. 593-15. »

1 PRINCIPES DU REEXAMEN PERIODIQUE

Conformément à l'article L.593-18 du code de l'environnement, EDF réalise les réexamens périodiques de ses réacteurs **tous les dix ans** afin « *d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables et d'actualiser l'appréciation des risques ou inconvénients que l'installation présente pour les intérêts mentionnés à l'article L.593-1, en tenant compte notamment de l'état de l'installation, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances, dont celles sur le changement climatique et ses effets, et des règles applicables aux installations similaires. Cette appréciation des risques tient compte des conséquences du changement climatique sur les agressions externes à prendre en considération dans le cadre de celle-ci.* ».

La démarche de réexamen périodique repose ainsi sur la prise en compte :

- des enseignements tirés du retour d'expérience national et international,
- des résultats des études de Recherche et Développement (R&D) et des avancées permises par l'amélioration des connaissances et des technologies,
- des adaptations et évolutions étudiées pour répondre à des objectifs plus ambitieux, visant à renforcer la maîtrise des **risques** et des **inconvénients**.

Les risques sont générés par le fonctionnement incidentel ou accidentel des installations et peuvent conduire à des conséquences radiologiques (rejet de produits radioactifs) ou à des conséquences non radiologiques (effets thermiques, effets toxiques, effets de surpression...). Les inconvénients sont générés par le fonctionnement normal ou en mode dégradé des installations (prélèvements d'eau et rejets, bruit, vibrations...).

Cette démarche est déclinée selon une approche proportionnée aux enjeux de sûreté nucléaire et de protection de l'environnement et à des conditions économiquement acceptables.

Le réexamen périodique traite donc à la fois des risques et des inconvénients, chacun de ces deux volets étant divisé en deux parties :

- **Vérification de la conformité** des installations aux règles applicables en entrée du réexamen pour les risques et **appréciation de la situation** des installations au regard des règles qui lui sont applicables pour les inconvénients.
- **Réévaluation** répondant à l'objectif d'améliorer autant que raisonnablement possible la protection des intérêts mentionnés à l'article L.593-1 du code de l'environnement.

Le quatrième réexamen périodique comporte un troisième volet relatif à la « *poursuite du fonctionnement après 40 ans* » qui couvre la maîtrise du vieillissement des matériels et le maintien de la qualification des matériels aux conditions accidentelles.

Le réexamen comporte une phase « générique » commune à l'ensemble des tranches du palier (CP0 Bugey). Cette phase tire parti du caractère standardisé des réacteurs d'un même palier. Les études réalisées dans le cadre de la phase « générique » sont donc communes à tous les réacteurs du palier.

Vis-à-vis des risques et de la poursuite du fonctionnement après 40 ans, le processus de réexamen périodique a débuté par une phase d'orientation qui avait pour objectif de déterminer les différents thèmes à retenir. Pour le 4^{ème} Réexamen Périodique du Palier 900 MWe (4^{ème} RP 900), EDF a remis à l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) un Dossier d'Orientations du Réexamen (DOR) le 13 février 2014 qui décrit son programme de travail. Sur cette base, le Groupe Permanent d'experts pour les Réacteurs, saisi par l'ASN, a examiné le contenu du programme proposé par EDF concernant le volet risques lors des séances des 1^{er} et 2 avril 2015, consacrées aux « Orientations du réexamen de sûreté associé aux quatrième visites décennales des réacteurs du Palier 900 MWe » (« GPO » dans la suite du document). Les orientations du réexamen ont également été instruites par le Groupe Permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires (GP ESPN), saisi par l'ASN, tenu le 10 juin 2015. Dans le cadre de ces Groupes Permanents, EDF s'est engagée, via des actions, à compléter son programme de travail. A partir de ces actions et des échanges tenus lors de ces Groupes Permanents, l'ASN a formulé des demandes complémentaires le 20 avril 2016 après consultation du public.

Par la suite, plusieurs thématiques ont été instruites dont certaines ont donné lieu à des Groupes Permanents sur des thématiques spécifiques : maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence, résistance mécanique des cuves, dossiers de référence réglementaires des équipements sous pression nucléaires, vieillissement et tenue en service des coudes moulés du circuit primaire principal, études probabilistes de sûreté, études d'accidents sans fusion du cœur, études d'accidents avec fusion du cœur et agressions.

Les 12 et 13 novembre 2020, le bilan de la phase générique du quatrième réexamen périodique des réacteurs du Palier 900 MWe a fait l'objet d'un examen par le Groupe Permanent Réacteurs.

Après consultation du public, l'Autorité de Sûreté Nucléaire a alors émis en février 2021 les prescriptions applicables aux réacteurs du Palier 900 MWe au vu des conclusions de la phase générique de leur quatrième réexamen (décision n° 2021-DC-0706), afin d'encadrer la poursuite du fonctionnement de ces réacteurs. Cette décision a depuis été modifiée par la décision n° 2023-DC-0774 du 19 décembre 2023.

Le Rapport de Conclusions du Réexamen présente donc, dans le volet risques, les conclusions du quatrième réexamen périodique, et notamment le traitement des actions retenues par EDF à l'issue des réunions des Groupes Permanents relatives au cadrage du réexamen, les principaux enseignements de l'ensemble des instructions menées dans le cadre de la phase générique de ce réexamen et les prescriptions génériques.

En particulier, la prescription [GEN] demande qu'« *Avant la remise du rapport de conclusion du réexamen, l'exploitant vérifie que l'état des connaissances sur lequel est fondée la phase générique du réexamen périodique reste pertinent au regard des évolutions des connaissances et du retour d'expérience. Dans le cas contraire, l'exploitant présente dans ce rapport les dispositions qu'il a prises ou qu'il prévoit pour intégrer ces évolutions* ». Le Rapport de Conclusions du Réexamen (RCR) d'un réacteur Tête de Série (TTS), Bugey 2 pour le Palier CPO Bugey, constitue la référence en sortie de la phase générique du 4^{ème} RP 900 : les parties génériques de ce RCR intègrent les évolutions des connaissances et le retour d'expérience pris en compte dans le cadre du réexamen. Par la suite, dans le cadre de la rédaction des RCR des réacteurs suivants, les parties génériques sont mises à jour autant que de besoin pour intégrer les évolutions des connaissances et le retour d'expérience notables. Ces parties génériques actualisées sont déclinées dans les parties spécifiques. Cette actualisation du contenu des RCR pour les tranches post-TTS répond à la prescription [GEN].

Le présent rapport traite aussi des inconvénients, tels que définis dans l'alinéa I de l'article 4.1 de l'arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base : « *Les inconvénients [...] incluent, d'une part, les impacts occasionnés par l'installation sur la santé et l'environnement du fait des prélèvements d'eau et rejets, et, d'autre part, les nuisances qu'elle peut engendrer, notamment par la dispersion de micro-organismes pathogènes, les bruits et vibrations, les odeurs ou l'envol de poussières* ». Il couvre le fonctionnement normal et le fonctionnement en mode dégradé des installations, tels qu'ils sont définis à l'article 1.3 de l'arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, en cohérence avec le champ de l'étude d'impact. La gestion des déchets est également retenue par EDF comme relevant du volet inconvénients car elle est liée au fonctionnement normal des installations.

En application des articles 1.3.1, 3.3.6 et 4.4.5 de la décision n° 2013-DC-0360 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) du 16 juillet 2013, relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base, homologuée par l'arrêté du 9 août 2013, modifiée par la décision n° 2016-DC-0569 de l'ASN du 29 septembre 2016 homologuée par l'arrêté du 5 décembre 2016, les analyses suivantes peuvent être communes à plusieurs installations présentes sur un même site, et leurs résultats peuvent être présentés dans le RCR de l'installation de référence du site :

- une analyse des performances des moyens de prévention et réduction des impacts et nuisances engendrés par l'installation nucléaire de base au regard de l'efficacité des meilleures techniques disponibles,

- une analyse de l'état chimique et radiologique de l'environnement portant sur l'installation et son voisinage, proportionnée à l'activité et aux enjeux,
- une mesure des niveaux d'émission sonore de l'établissement.

Pour le Centre Nucléaire de Production d'Electricité (CNPE) de Bugey, la tranche 2 (INB n° 78) est l'installation de référence.

2 OBJECTIFS DEFINIS PAR EDF POUR LE QUATRIEME REEXAMEN PERIODIQUE DU PALIER 900 MWE

Dans le cadre de l'amélioration de la protection des intérêts dont bénéficie le Parc nucléaire depuis sa mise en service, EDF a retenu comme orientation générale de sûreté nucléaire du 4^{ème} Réexamen Périodique du Palier 900 MWe (4^{ème} RP 900) de tendre vers les objectifs de sûreté nucléaire fixés pour les réacteurs de 3^{ème} génération dont le réacteur de référence EDF est l'EPR de Flamanville 3.

2.1 OBJECTIFS

Le processus d'amélioration de la protection des intérêts avec son orientation générale « *sûreté nucléaire* » se traduit par les objectifs suivants :

2.1.1 Objectifs du volet risques du 4^{ème} RP 900 :

a. Vérifier la conformité des installations au regard des règles qui lui sont applicables

La conception initiale des réacteurs a été menée sur la base d'une démarche prudente comportant des marges importantes à la conception. Tout au long de l'exploitation de ses réacteurs, EDF s'est organisée en architecte ensemblier afin de préserver les fondements sûreté de la conception initiale et prendre les décisions d'évolutions sur les installations et leur exploitation en ayant appréhendé et traité les impacts de ces changements sur la sûreté.

Au-delà du processus continu de traitement des écarts qui sont identifiés au cours du fonctionnement de l'installation, EDF met en œuvre, à l'occasion des réexamens périodiques, d'importants moyens de vérification de la conformité des installations avec pour objectif de garantir la conformité des tranches au référentiel des exigences applicables.

La démarche de vérification de la conformité des installations mise en œuvre dans le cadre du 4^{ème} RP 900 repose sur :

- ❖ La résorption des écarts ayant un impact sur la sûreté, en réponse à la prescription [CONF-A] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900,
- ❖ l'examen de conformité des tranches aux exigences du 3^{ème} RP 900, qui complète les dispositions d'exploitation et de maintenance existantes (essais périodiques, programmes de maintenance) par la réalisation de contrôles *in-situ* et/ou documentaires,
- ❖ le PIC, Programme d'Investigations Complémentaires, dont l'objectif est de conforter les hypothèses sur l'absence de dégradations en service dans des zones non couvertes par le programme de maintenance,
- ❖ le traitement des Evénements Significatifs pour la Sûreté de niveau supérieur ou égal à 1 sur l'échelle INES et des Evénements Significatifs pour l'Environnement relatifs au confinement liquide,
- ❖ un programme de revues de conformité de systèmes contribuant à la protection des intérêts contre les risques (systèmes comprenant des Elément Important pour la Protection des intérêts vis-à-vis des risques Sûreté (incidents et accidents radiologiques) (EIPS).

b. Décliner les objectifs de réévaluation de sûreté

Ces objectifs sont déclinés de la manière suivante :



Suite à l'accident survenu sur la centrale de Fukushima-Daïchi le 11 mars 2011, les dispositions dites « *Noyau Dur* » déployées par EDF en réponse aux prescriptions prises par l'ASN suite à cet accident contribuent à la réponse aux objectifs du 4^{ème} RP 900 (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7).

En complément, pour couvrir les risques non radiologiques liés à un accident, le réexamen comporte également l'évaluation des conséquences de ces risques et la justification de leur acceptabilité.

2.1.2 Objectifs du volet inconvénients du 4^{ème} RP 900 :

La première partie du réexamen périodique des inconvénients permet « *d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables* ». Cette appréciation se base sur l'organisation du CNPE pour la maîtrise des inconvénients que l'installation présente vis-à-vis des intérêts protégés et pour la maîtrise de sa conformité aux règles applicables, et sur le bilan de l'expérience acquise.

La deuxième partie du réexamen périodique des inconvénients vise à « *actualiser l'appréciation des [...] inconvénients que l'installation présente pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1* » et se fonde sur les éléments suivants :

- l'analyse des performances des moyens de prévention et réduction des impacts et nuisances engendrés par le CNPE au regard de l'efficacité des meilleures techniques disponibles ;
- l'analyse de l'état chimique et radiologique de l'environnement au voisinage du site, et sur le CNPE (état des sols) ;
- les éléments permettant le réexamen des limites de rejet des substances mentionnées dans le tableau annexé à l'article R. 211-11-1 du code de l'environnement ;
- le bilan des études menées, l'état des études restant à conduire et l'échéancier prévisionnel du reconditionnement des déchets ;

- les éléments permettant le réexamen des prescriptions associées au contrôle permanent de la radioactivité ou au doublement des chaînes de mesure ;
- la mesure des niveaux d'émission sonore du site.

2.1.3 Objectifs du volet poursuite du fonctionnement après 40 ans du 4^{ème} RP 900 :

Le 4^{ème} RP 900 prévoit un important programme de travail relatif au vieillissement des matériels dans le cadre de la poursuite du fonctionnement des installations après 40 ans. L'approche repose sur :

- la maîtrise du vieillissement comprenant l'établissement et la mise en œuvre d'une démarche générale, le bilan des principaux acquis, le programme d'acquisition de connaissances à mener, ainsi que les dossiers à constituer et les conséquences à en tirer vis-à-vis du vieillissement et du traitement de l'obsolescence ;
- le maintien de la qualification des matériels aux conditions accidentelles, avec le traitement de la question de l'extension de la durée de qualification après 40 ans.

2.1.4 Analyse transverse :

Compte tenu du volume important d'évolutions introduites à l'occasion du 4^{ème} RP 900, une démarche d'analyse transverse des interactions des modifications est menée concernant :

- le personnel : une analyse est mise en œuvre pour appréhender les impacts Socio-Organisationnels et Humains du programme du 4^{ème} RP 900 sur les sites (analyse SOH) ;
- l'installation : une analyse relative à l'exhaustivité des essais de requalification de l'installation après intégration des modifications est menée.

2.2 DISPOSITIONS PRISES PAR L'EXPLOITANT POUR REpondre AUX OBJECTIFS DU REEXAMEN

Le code de l'environnement prévoit que, lorsque le réexamen périodique est réalisé au-delà de la 35^{ème} année de fonctionnement d'un réacteur, les dispositions envisagées par l'exploitant dans son rapport de conclusions de réexamen (RCR), pour remédier aux éventuelles anomalies constatées ou pour améliorer la protection des intérêts, sont soumises à la procédure d'autorisation de l'ASN, après réalisation d'une enquête publique.

Ces dispositions correspondent à l'ensemble des réponses qu'EDF apporte aux objectifs du réexamen. Une disposition est constituée des études et modifications concourant à la réponse à un objectif. Elle recouvre un ensemble cohérent de modifications élémentaires diverses, notables et non notables, matérielles, intellectuelles ou organisationnelles, réalisées dans le cadre du réexamen, en amont et en aval du dépôt du RCR.

Ces dispositions sont notamment valorisées dans la démonstration de sûreté en cohérence avec le rapport de sûreté (RDS) et les règles générales d'exploitation (RGE) du réacteur concerné.

Les réponses d'EDF aux objectifs fixés à l'occasion du 4^{ème} RP 900 s'appuient sur une reprise de l'ensemble des études issues du 3^{ème} RP 900 et sur les modifications réalisées depuis le 3^{ème} RP 900.

Conformément à la décision ASN 2021-DC-0706 du 23/02/2021 relative à la « Position de l'ASN sur la phase générique du quatrième réexamen périodique » modifiée par la décision 2023-DC-0774 du 19/12/2023, EDF déploiera sur les réacteurs 900 MWe l'ensemble des dispositions associées au 4^{ème} RP 900 au plus tard huit ans après l'émission du RCR pour les réacteurs tête de série et au plus tard cinq ou six ans après l'émission du RCR pour les autres réacteurs (6 ans pour le réacteur de Bugey 3 soit en avril 2030).

Le programme industriel d'EDF se décline selon trois phases de réalisation de travaux sur ses installations, compte tenu de l'ampleur des travaux et des impacts induits pour les hommes et les organisations en place sur les sites nucléaires :

- La Phase A correspondant aux modifications déployées avant (Tranche En Marche) ou durant les arrêts de type Visite Décennale, dont la durée permet le déploiement des modifications matérielles avec des travaux d'ampleur ainsi que les modifications des RGE associées.
- La Phase B permet de compléter le déploiement des modifications matérielles et intellectuelles. Le déploiement de ces modifications est prévu au plus tard 5 ans après la remise du Rapport de Conclusions du Réexamen (le 30 avril 2029 pour Bugey 3).
- La phase « Compléments » permet le déploiement de certaines modifications issues des retombées de l'instruction du quatrième réexamen périodique par l'Autorité de Sûreté Nucléaire qui, compte tenu de leur nature (comme par exemple la nécessité de qualifier un nouveau matériel à des conditions ambiantes très sévères) nécessitent un délai de préparation d'environ 5 ans. Le déploiement de ces modifications est prévu au plus tard 8 ans après la remise du Rapport de Conclusions du Réexamen pour les réacteurs tête de série. Pour les autres réacteurs, le déploiement de ces modifications est prévu au plus tard 5 ou 6 ans après la remise du Rapport de Conclusions du Réexamen (6 ans pour le réacteur de Bugey 3 soit en avril 2030).

Dans la suite du document, les paragraphes « Bilan de l'état de la tranche » donnent les informations relatives au déploiement des modifications citées dans le RCR. Si la modification n'est pas encore déployée sur la tranche, l'échéance de déploiement prévisionnelle est indiquée sous la forme du phasage (« Phase B ») ou d'une échéance spécifique dans certains cas. Ce calendrier de déploiement constitue la vision à date d'émission du présent rapport, il est toutefois susceptible d'évoluer en cas d'évolution des plannings prévisionnels des arrêts pour renouvellement du combustible pour assurer la sécurité du réseau électrique français ou bien en cas d'aléa (dans le respect de l'échéance RCR + 5 ans / RCR + 6 ans / RCR + 8 ans selon les réacteurs). Il repose notamment sur la capacité d'EDF à déployer ces modifications en toute sûreté, en assurant les meilleures conditions de sécurité des intervenants pendant les travaux, et en prenant en compte la capacité des fournisseurs à réaliser l'ensemble des opérations de manière cumulée sur l'ensemble des INB du Palier 900 MWe passant leur 4^{ème} Visite Décennale.

3 PRISE EN COMPTE DES ENSEIGNEMENTS DE L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA

Le 11 mars 2011 s'est produit un séisme à l'Est du Japon de magnitude 9. Ce séisme a touché le site électronucléaire de Fukushima-Daiichi composé de 6 réacteurs à eau bouillante et exploité par la Compagnie d'Electricité de Tokyo (TEPCO). Le 4^{ème} réacteur était à l'arrêt et déchargé. Les réacteurs se sont arrêtés automatiquement, suite au séisme.

Le séisme a entraîné la perte totale du réseau électrique, les générateurs électriques et les systèmes de secours ont démarré. Une quarantaine de minutes plus tard, le site a été touché par un tsunami consécutif au séisme. La première vague (4 à 5 mètres) a été arrêtée par la digue, celle-ci assurant une protection d'une hauteur maximale de 5,5 mètres. Puis une deuxième vague beaucoup plus importante (14 à 15 mètres) est passée au-dessus de la digue et a submergé le site conduisant à la perte totale de toute alimentation électrique sur site ainsi qu'à la perte du contrôle commande et de la source froide. Le site est alors entré en situation de perte totale de la source froide (H1) et des sources électriques (H3) de site.

Les cœurs des réacteurs des tranches 1 à 3 n'étant plus refroidis, le combustible a fondu en cuve pour ensuite se relocaliser sur le radier. Le combustible stocké en piscine du réacteur n° 4 n'a pas subi de découverture et est resté intègre.

Il est à noter que les tranches 5 et 6 construites sur une plateforme plus haute, ont été affectées dans une moindre mesure et n'ont pas subi de fusion du cœur.

L'accident a conduit à la libération de radionucléides dans l'atmosphère. La mise à l'abri et l'évacuation de la population a concerné une vaste zone autour de la centrale ; des restrictions dans la distribution et la consommation d'aliments et d'eau de boisson ont été imposées.

L'intervention sur le site a été rendue difficile du fait des dégâts causés par le séisme et le tsunami ainsi que les conditions radiologiques consécutives à l'accident.

Prescriptions ASN faisant suite à l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi

Faisant suite à l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi de mars 2011, EDF a mené, à la demande de l'ASN, des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) de ses centrales qui ont montré la bonne robustesse des réacteurs grâce à une conception initiale prudente, comportant des marges, et une réévaluation régulière de la sûreté nucléaire des installations dans le cadre des réexamens périodiques.

Par la suite, l'ASN a émis pour chaque installation deux jeux de prescriptions techniques (PT-ASN), en juin 2012 puis janvier 2014, prescrivant à EDF la mise en place d'un « *Noyau Dur* » de dispositions matérielles et organisationnelles dont l'objectif est de prévenir un accident avec fusion du combustible, afin de limiter les rejets radioactifs massifs et les effets durables dans l'environnement dans des situations dites « *Noyau Dur* » potentiellement consécutives à une agression naturelle externe Noyau Dur (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7).

Prescriptions ASN (PT-ASN) de juin 2012

Ce premier jeu de PT-ASN prescrit à EDF la mise en place d'un « *Noyau Dur de dispositions matérielles et organisationnelles* [...] *Pour ce Noyau Dur, l'exploitant met en place des SSC [Structures, Systèmes, et Composants] 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* ».

Prescriptions ASN (PT-ASN) de janvier 2014

Ce deuxième jeu de prescriptions spécifie que « *pour limiter les rejets radioactifs massifs en situations Noyau Dur, le Noyau Dur permet l'isolement de l'enceinte de confinement et la prévention des situations de bipasse de la troisième barrière. Le Noyau Dur vise à préserver l'intégrité de cette barrière sans ouverture du dispositif d'éventage de l'enceinte de confinement* », « *les dispositions Noyau Dur prennent en compte les cas de fusion totale du cœur et de percement de la cuve* ». La mise en place des dispositions Noyau Dur permet de s'assurer de l'absence d'« *effet falaise* » avec des niveaux d'agressions très au-delà des référentiels de sûreté en vigueur sur les installations d'EDF, ce qui rejoint l'ambition de la poursuite du fonctionnement des tranches de tendre vers l'objectif de sûreté des réacteurs de 3^{ème} génération (type EPR de Flamanville 3) dans le domaine des accidents avec fusion du cœur.

Programme industriel

En réponse aux PT-ASN de 2012 puis de 2014, EDF a bâti un programme industriel, comportant deux volets :

- Volet 1 : Les dispositions constituant la réponse d'EDF aux enseignements Post-Fukushima, selon l'analyse menée dans les Rapports d'Evaluations Complémentaires de Sûreté (RECS) et les prescriptions ASN de 2012, dont le déploiement est prévu en deux phases successives et complémentaires :
 - Une première phase « *réactive* » court terme terminée en 2015 ;
 - Une seconde phase « *moyens pérennes* » moyen terme jusqu'à l'horizon « *10 ans après l'accident de Fukushima* ».

- Volet 2 : Le déploiement d'un Noyau Dur répondant aux prescriptions ASN de 2014 et qui concourt à répondre aux objectifs d'EDF de tendre vers les objectifs des réacteurs de 3^{ème} génération (type EPR de Flamanville 3), dans le cadre de la poursuite du fonctionnement associée au 4^{ème} Réexamen Périodique (RP) du Palier 900 MWe.

Pour les réacteurs de 900 MWe, les dispositions de ce volet 2 dites « *Noyau Dur* » sont déployées par EDF de manière concomitante au 4^{ème} RP 900 et font l'objet d'une intégration à ce présent rapport car elles contribuent à la réponse aux objectifs du réexamen.

VOLET I – RISQUES

SOMMAIRE DU VOLET I

CHAPITRE 1 : CONFORMITE

- SECTION 0 : RESORPTION DES ECARTS AYANT UN IMPACT SUR LA SURETE
- SECTION 1 : EXAMEN DE CONFORMITE
- SECTION 2 : PROGRAMME D'INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES (PIC)
- SECTION 3 : TRAITEMENT DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS POUR LA SURETE (ESS) DE NIVEAU SUPERIEUR OU EGAL A 1 SUR L'ECHELLE INES ET DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS ENVIRONNEMENT (ESE) RELATIFS AU CONFINEMENT LIQUIDE
- SECTION 4 : REVUE DE CONFORMITE DES SYSTEMES

CHAPITRE 2 : REEVALUATION

- SECTION 1 : ACCIDENT SANS FUSION DU COEUR
- SECTION 2 : AGRESSIONS
- SECTION 3 : PISCINE COMBUSTIBLE
- SECTION 4 : ACCIDENTS AVEC FUSION DU COEUR
- SECTION 5 : MAITRISE DES RISQUES CONVENTIONNELS
- SECTION 6 : ETUDES TRANSVERSES
- SECTION 7 : CONTRIBUTION DU NOYAU DUR AUX OBJECTIFS DU REEXAMEN

CHAPITRE 1 : CONFORMITE

SOMMAIRE DU CHAPITRE 1

- SECTION 0 : RESORPTION DES ECARTS AYANT UN IMPACT SUR LA SURETE
- SECTION 1 : EXAMEN DE CONFORMITE
- SECTION 2 : PROGRAMME D'INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES (PIC)
- SECTION 3 : TRAITEMENT DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS POUR LA SURETE (ESS) DE NIVEAU SUPERIEUR OU EGAL A 1 SUR L'ECHELLE INES ET DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS POUR L'ENVIRONNEMENT (ESE) RELATIFS AU CONFINEMENT LIQUIDE
- SECTION 4 : REVUE DE CONFORMITE DES SYSTÈMES

SECTION 0 : RESORPTION DES ECARTS AYANT UN IMPACT SUR LA SURETE

0.	RESORPTION DES ECARTS AYANT UN IMPACT SUR LA SURETE.....	18
0.1.	OBJECTIF	18
0.2.	REPOSE	18
0.3.	CONCLUSION	19

0. RESORPTION DES ECARTS AYANT UN IMPACT SUR LA SURETE

0.1. OBJECTIF

En application de la prescription [CONF-A] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, « *Sans préjudice des dispositions de la section 6 du titre II de l'arrêté du 7 février 2012 susvisé, l'exploitant résorbe, au plus tard lors de la visite décennale précédant la remise du rapport de conclusion du réexamen, les écarts ayant un impact sur la sûreté qui auront été identifiés préalablement à celle-ci. En cas de difficulté particulière, l'exploitant justifie, dans le dossier accompagnant la demande d'accord mentionnée à l'article 2.4.1 de l'annexe à la décision du 15 juillet 2014 susvisée, le report de la résorption de ces écarts au-delà de la visite décennale et le calendrier associé. Pour les écarts détectés au cours de cette visite décennale qui n'ont pas pu être corrigés lors de celle-ci, l'exploitant justifie le calendrier de leur résorption dans le cadre du dossier mentionné au premier alinéa.* »

Dans le référentiel de gestion des écarts d'EDF, un constat est une anomalie matérielle susceptible de remettre en cause le respect d'une exigence définie d'un Equipement Important pour la Protection des intérêts (EIP). Il fait l'objet de l'ouverture et de la gestion d'un « Plan d'Action ConSTAT » (PA CSTA) par le CNPE dans son système d'information numérique.

Tous les PA CSTA font l'objet d'une analyse. Si l'analyse de ce constat conclut au non-respect d'une exigence définie d'un EIP, il s'agit alors d'un écart au sens de l'arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base et l'attribut « écart » est affecté au PA CSTA dans le système d'information numérique du CNPE.

Chaque CNPE assure la gestion de l'ensemble de ses PA CSTA de manière à résorber tous les PA CSTA ayant un impact sur la sûreté avant la divergence faisant suite à l'arrêt pour réaliser la Visite Décennale. En cas de difficulté particulière pour traiter un écart ayant un impact sur la sûreté, chaque CNPE justifie, au cas par cas l'acceptabilité de la situation en proposant si besoin des mesures compensatoires et en s'engageant sur une date de résorption.

Ces éléments sont formalisés dans le dossier accompagnant la demande d'accord pour divergence mentionnée à l'article 2.4.1 de l'annexe 2014-DC-0444 à la décision du 15 juillet 2014, soumise à approbation de l'ASN.

La réponse ci-dessous présente les conclusions de l'analyse réalisée conformément à la prescription [CONF-A].

0.2. REPONSE

Tous les PA CSTA (regroupant les constats et les écarts) concernant le réacteur n°3 ainsi que ceux concernant les communs des tranches n°2 et 3 dits « *Tranche 0* » ou site dits « *Tranche 8* » ont fait l'objet d'un pilotage particulier lors de cette Visite Décennale dans le cadre de la démarche mise en place pour respecter la prescription [CONF-A].

Des revues locales sont calées pour, d'une part, contrôler le respect des objectifs de traitement des PA CSTA définis en amont de l'arrêt, et d'autre part, garantir le traitement des constats émis au cours de l'arrêt :

- une revue a été réalisée en amont de l'arrêt ;
- une revue est prévue au cours de l'arrêt en amont du rechargement du combustible dans la cuve,
- une dernière revue est prévue en amont de l'établissement du dossier de demande d'accord pour divergence.

A l'issue de cette démarche, l'ensemble des écarts ayant un impact sur la sûreté identifiés avant le début de l'arrêt ou détectés au cours de l'arrêt sera traité avant la divergence du réacteur n°3 à l'issue de son arrêt VD4, à l'exception des 6 écarts suivants :

- L'écart concernant une sous-évaluation du risque de criticité par dilution dans les états d'arrêt. Le déploiement y compris la prise en compte de l'impact documentaire de la modification PNPP0797 par l'ajout d'un boremètre sur la décharge du système de contrôle chimique et volumétrique (RCV) permettra de traiter cet écart. Cette modification, décidée en amont du 4^{ème} RP 900, a été déployée dans le cadre de l'arrêt VD4 du réacteur n° 3 mais ne sera mise en exploitation qu'à l'issue d'études complémentaires actuellement en cours sur le palier 900 MW, Cette situation est acceptable dans la mesure où la nocivité de cette anomalie d'étude a été traitée par la mise en place de dispositions compensatoires en attendant la mise en service industrielle de la modification PNPP0797.
- L'écart concernant la maîtrise de la réactivité en phase de conduite post-accidentelle (appelée « phase C ») de certains transitoires du domaine de dimensionnement. Pour cette anomalie d'étude à caractère générique, l'analyse préliminaire réalisée, avec des hypothèses d'étude représentatives des transitoires accidentels identifiés, conclut au repli et au maintien à l'état sûr du réacteur dans chacun des cas étudiés. La caractérisation détaillée de cet écart est actuellement en cours par l'ingénierie nationale, elle aboutira au plus tard en juin 2024.
- L'écart concernant la non prise en compte du dossier « simplification du niveau cuve » dans les études de l'accident de RTGV de catégorie 3. Cette situation est acceptable dans la mesure où la nocivité de cette anomalie d'étude à caractère générique a été traitée par la mise en place de dispositions compensatoires. Le solde de cet écart sera acquis lors du premier arrêt post-VD4 de la tranche n° 3 par la modification pérenne des documents d'exploitation du réacteur.
- L'écart concernant le caractère dominant de l'hypothèse relative à la courbe de décroissance lente de débit primaire. La caractérisation de cet écart montre que les critères de sûreté associés à la maîtrise de la réactivité des transitoires du domaine de dimensionnement restent respectés, ce qui ne justifie pas la mise en place de mesures compensatoires, ou d'accélération du programme de traitement en cours dont la butée est prévue pour janvier 2027.
- L'écart concernant l'hypothèse pénalisante de l'étude d'éjection de grappe, pour lequel l'analyse réalisée démontre que les critères de sûreté sont respectés avec des hypothèses réalistes. L'anomalie sera résorbée par la reprise des études des accidents impactés par l'anomalie. Un dossier d'amendement au Rapport De Sûreté VD4 sera émis au plus tard en octobre 2025.
- L'écart concernant le défaut de tenue mécanique en cas de séisme de la ligne de filtration d'eau brute du système SEB de la tranche n° 3. Cet écart sera résorbé à la mise en œuvre de la modification locale LLBU2412 « Modification des filtres SEB TR2 à 5 » au plus tard en 2025. En attendant, le circuit de filtration en question a été condamné fermé et mis hors exploitation permettant de manière provisoire de supprimer le risque.

0.3. CONCLUSION

A la date de remise du présent document, tous les écarts ayant un impact sur la sûreté, identifiés avant le début de l'arrêt ou détectés au cours de l'arrêt, sont prévus d'être traités avant la divergence du réacteur n° 3 à l'issue de son arrêt VD4 à l'exception des 6 écarts cités ci-dessus. Des dispositions compensatoires ont été déployées afin d'éliminer la nocivité de ces écarts dans l'attente de leur résorption. L'analyse de l'ensemble des PA CSTA sera présentée à l'ASN dans le dossier de demande d'accord pour la divergence du réacteur n° 3 du CNPE du Bugey à l'issue de sa quatrième Visite Décennale. Les dispositions prises permettent de respecter la prescription [CONF-A] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900.

SECTION 1 : EXAMEN DE CONFORMITE

1.	EXAMEN DE CONFORMITE	22
1.1.	OBJECTIF	22
1.2.	REPONSE	22
1.2.1.	RISQUES RADIOLOGIQUES.....	22
1.2.2.	RISQUES NON RADIOLOGIQUES	33
1.2.2.1.	MAITRISE DE LA CONFORMITE REGLEMENTAIRE.....	33
1.2.2.2.	CONFORMITE AUX EXIGENCES DEFINIES AFFERENTES AUX EIPR	34
1.2.2.3.	EXAMENS COMPLEMENTAIRES MENES SUR LES OUVRAGES ENTERRES	35
1.3.	CONCLUSION	36

1. EXAMEN DE CONFORMITE

1.1. OBJECTIF

Les premiers examens de conformité ont été menés à l'occasion du 2^{ème} réexamen périodique du Palier 900 MWe au travers de la réalisation d'ECOT (Examen de Conformité de Tranche). Cette démarche a été reconduite dans le cadre des réexamens périodiques des Paliers 1300 MWe (2^{ème} RP 1300) et 1450 MWe dit « N4 » (1^{er} RP N4) et plus récemment au cours des 3^{ème} RP 900, 3^{ème} RP 1300 et 2^{ème} RP N4.

L'ECOT est un processus complémentaire par rapport aux dispositions d'exploitation courantes telles que les Essais Périodiques (EP), les Programmes de Base de Maintenance Préventive (PBMP) ou les Essais de Requalification (ER) après intervention de maintenance.

Pour le 4^{ème} réexamen périodique du palier 900 MWe, cet examen de conformité s'articule autour de :

- l'examen relatif aux risques radiologiques à travers la mise en œuvre de contrôles au titre des ECOT,
- l'examen relatif aux risques non radiologiques à travers une analyse de la conformité aux textes réglementaires applicables et d'examens complémentaires.

L'objectif de l'examen de conformité consiste à évaluer la conformité de l'installation au référentiel applicable en entrée de réexamen.

1.2. REPONSE

1.2.1. Risques radiologiques

Partie générique Palier

Le programme d'un ECOT est constitué à partir du retour d'expérience des programmes des examens de conformité précédents (tous Paliers), sous l'angle de :

- l'analyse des évolutions des référentiels depuis le dernier ECOT sur le Palier concerné ;
- l'examen des écarts de conformité génériques et des événements significatifs à caractère générique. La récurrence d'écarts de même nature sur un même type d'équipement est un critère de sélection pour inscrire le thème dans l'ECOT ;
- l'examen des études d'ingénierie nationale (Affaires Parc et Affaires d'Ingénierie) lancées par EDF. Ces affaires ont été mises en place pour traiter des problématiques complexes. Certaines peuvent disposer de leur propre examen de conformité, pour d'autres, en fonction du retour d'expérience sur le domaine traité, l'intérêt de faire des contrôles de conformité dans le cadre de l'ECOT est examiné.

Il est complété avec la prise en compte des demandes ASN suite au Groupe Permanent « Orientations génériques du 4^{ème} RP 900 ».

La vérification de la conformité des tranches à l'état de référence en entrée de réexamen s'effectue sur site à partir :

- de contrôles *in-situ* réalisés par l'exploitant avant et lors de l'arrêt de la Visite Décennale concernée,
- d'un examen de la documentation d'exploitation, des programmes de contrôles ou d'essais, de modes opératoires et de consignes ainsi que des plans et schémas associés.

En cas de détection d'un constat, une caractérisation est effectuée et peut conduire à l'identification ou non d'un non-respect d'une exigence définie d'un élément important pour la protection des intérêts (EIP), ce qui constitue un écart au sens de l'arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales applicables aux installations nucléaires de base.

Le tableau ci-dessous présente un bilan des thèmes retenus dans le programme de travail de l'ECOT 4^{ème} RP 900, le contexte ainsi que le contenu du programme pour chacun des thèmes.

N°	Thème	Volet	Contenu
1	Génie Civil	Risques faiblement radiologiques et non radiologiques	<p>La liste des EIPR identifiés est la liste des rétentions et puisards identifiés comme ultimes selon l'arrêté INB (ouvrage ayant au moins une face en contact direct avec l'environnement extérieur) et constituant une ultime barrière pour la protection de l'environnement. Les exigences relatives à ces équipements sont définies dans l'arrêté du INB.</p> <p>L'état de ces EIPR est régulièrement contrôlé au travers de l'application des PBMP Génie Civil (GC). Ainsi, le périmètre des contrôles pour l'ECOT 4^{ème} RP 900 consiste à dresser un état d'application des PBMP au regard de ces EIPR, le bilan des défauts constatés et les remises en état réalisées, le cas échéant.</p> <p>En cohérence avec l'ECOT 3^{ème} RP 1300, il est retenu de réaliser un examen de conformité des Bâtiments des Auxiliaires de Conditionnement (BAC), appelés Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires Généraux (BANG) sur le palier CPO Bugey, basé sur le bilan de l'application du PBMP GC.</p>
2	Matériels identifiés EIPI	Inconvénients	Contrôle du bon fonctionnement des équipements sur la base des relevés d'essais périodiques, contrôle documentaire des listes d'équipements et de la documentation d'exploitation associée.
3	Qualification des matériels aux conditions accidentelles (EIPS)	Risques radiologiques (thème accidents)	Contrôle des dispositions organisationnelles et documentaires de MQCA, contrôle par sondage des matériels et si possible de matériels ayant fait l'objet d'écart ou d'ESS depuis le 3 ^{ème} RP.
4	Foudre	Risques radiologiques (thème agressions)	Contrôles de la conformité <i>in situ</i> avec les dispositions de l'analyse du risque foudre, des notices de maintenance, du carnet de bord des impacts foudre.
5	Spécificité de conception et de réalisation site des systèmes de sauvegarde	Risques radiologiques (thème accidents)	Examen documentaire des schémas mécaniques de 11 systèmes nécessaires aux accidents de dimensionnement du rapport de sûreté.
6	Vérification du traitement des Fiches Ecartés Soldées, non closes	Tous volets	Revue des fiches d'écarts et/ou PA CSTA, vérification par sondage de l'efficacité des actions de traitement pour la clôture des constats.
7	Tuyauteries	Tous volets	Contrôles <i>in situ</i> de tuyauteries en acier noir et de réservoirs d'alimentation en eau déminéralisée.

N°	Thème	Volet	Contenu
8	Séisme – Supportage	Risques radiologiques (thème agressions)	Contrôle <i>in situ</i> des supports.
9	Séisme – Ancrage	Risques radiologiques (thème agressions)	Contrôle <i>in situ</i> des ancrages.
10	Confinement – Ventilation	Risques radiologiques (thème agressions/accidents)	Contrôle <i>in situ</i> de l'étanchéité des dispositifs de captation (boîtes de reprise de fuites, boîtes à gants) et des gaines de ventilation.
11	Incendie	Risques radiologiques (thème agressions)	Contrôle de la bonne réalisation des modifications décidées après le 3 ^{ème} RP, vérification de la documentation opérationnelle et bilan des contrôles des trémies coupe-feu.
12	Explosion	Risques radiologiques (thème agressions)	Contrôle <i>in situ</i> des tuyauteries véhiculant des fluides à risque d'explosion, contrôle de l'absence de fuites à l'explosimètre, contrôle de la signalétique locale.
13	Inondation interne	Risques radiologiques (thème agressions)	Pour le bâtiment électrique et ses périphériques immédiatement adjacents, contrôle <i>in situ</i> des siphons, avaloirs, cunettes et trémies, et contrôle de la conformité de la documentation d'exploitation.
14	Inondation externe	Risques radiologiques (thème agressions)	Contrôle des consignes d'exploitation, des notes d'organisation de crise et des dispositions matérielles associées.
15	Matériels Locaux de Crise (MLC)	Risques radiologiques (thème SOH)	Contrôle de la documentation d'exploitation et du repérage des MLC.

Compléments à l'ECOT

Le programme d'ECOT composé des 15 thèmes détaillés au paragraphe précédent a été complété par :

- Des visites terrain pluridisciplinaires dites « CONF1 » avec des contrôles *in situ*, pour s'assurer de la conformité de matériels EIPS ciblés, en prenant notamment en compte l'environnement au plus près de ces matériels. Les matériels EIPS retenus pour engager cette démarche sont des matériels contribuant directement au repli et au maintien en état sûr : les pompes d'alimentation de secours des Générateurs de Vapeur ASG (motopompes et turbopompe), les pompes d'alimentation en eau brute filtrée SEC, SEB eau brute, EAS eau brute et les groupes électrogènes de secours LHG et LHH (Diesels).
- Des contrôles complémentaires qu'EDF s'est engagée à réaliser sur des thématiques variées :
 - contrôles visuels de tuyauteries situées près des planchers dans le Bâtiment Réacteur (BR),
 - contrôles visuels de capteurs situés dans le BR,
 - contrôles de supportages du réseau incendie JPI,
 - contrôles de supportages dans le BR, le BAN et le BW,
 - contrôles d'étanchéité des trémies en toiture des bâtiments Diesel,
 - contrôles d'assemblages boulonnés,
 - contrôles d'un échantillon de tuyauteries incendie hors bâtiment électrique (BL),
 - contrôles de relayage, porte-fusibles et connectique d'armoires hors Bâtiment Réacteur qualifiées aux conditions accidentelles de type séisme K3,
 - contrôles complémentaires des systèmes d'extinction fixes du réseau incendie.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

A date, 99 % des contrôles à réaliser au titre des programmes des différents thèmes de l'ECOT et des compléments à l'ECOT ont été réalisés sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. Comme précisé ci-dessus, il s'agit de dispositions complémentaires par rapport aux dispositions d'exploitation pour vérifier par des contrôles ciblés la conformité des installations.

Le solde des contrôles restant à réaliser au titre des programmes de chacun des thèmes du volet « Risques radiologiques » sur la tranche 3 du CNPE du Bugey sera réalisé avant la divergence de la tranche à l'issue de l'arrêt VD4. Une synthèse des résultats sera communiquée à l'ASN en amont de la divergence du réacteur 3 à l'issue de sa 4^{ème} visite décennale.

Conformément à la prescription [CONF-A] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, les écarts et constats qui auront été identifiés seront résorbés avant la divergence de la tranche 3 à l'issue de sa 4^{ème} visite décennale, ce qui permettra ainsi de statuer sur la conformité de la tranche n°3 du CNPE de Bugey au référentiel applicable en entrée de réexamen au vu de la réalisation des contrôles au titre de l'Examen de Conformité du 4^{ème} RP 900.

Conformément au référentiel applicable, un rapport des conclusions de l'ECOT sera établi et envoyé à l'ASN dans les 3 mois suivant la divergence de l'arrêt VD4.

Thème « *Génie Civil* »

Le contrôle prévu consiste à dresser un état d'application des Programmes de Base de Maintenance Préventive relatifs aux EIPR et aux Conduites d'amenée et de rejet en Béton à Ame Tôle (CBAT) du circuit SEC. Le site de Bugey ne possède pas de CBAT pour son circuit SEC et n'est donc pas concerné par ce point particulier.

L'ensemble des contrôles demandés au titre du programme du thème « *Génie Civil* » a été réalisé. Ils concernent l'application du Programme de Base de Maintenance Préventive du domaine Génie Civil sur 34 ouvrages de la tranche 3.

Ces contrôles ont permis d'observer que les remises en conformité des anomalies révélées lors des visites précédentes étaient pérennes. De nouvelles anomalies ont pu être identifiées et traitées ; la cause de ces nouvelles anomalies est le vieillissement naturel des structures exposées aux conditions météorologiques.

Les ouvrages présentant des anomalies ont fait l'objet de la définition de travaux de remise en conformité programmés selon un échéancier approprié aux enjeux.

Le bilan des contrôles réalisés a mis en évidence 3 écarts sur des ouvrages EIPR. Tous ces écarts ont été traités avant la divergence de la tranche 3 à l'issue de l'arrêt VD4.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats de l'examen de conformité du thème « *Génie Civil* », ont permis d'évaluer la conformité de la tranche n°3 au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider le niveau de sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème « *Matériels EIP* »

Les résultats des contrôles ECOT pour ce thème sont présentés au Volet II – Chapitre 1 - § 1.2.2.

A date, 70% des contrôles à réaliser au titre de l'ECOT sur le thème « *Matériels EIP* » sont soldés.

Le solde des contrôles restant à réaliser au titre de l'ECOT sur le thème « *EIP* » sera réalisé avant la divergence de la tranche 3 à l'issue de l'arrêt VD4. Conformément à la prescription [CONF-A] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, tous les écarts détectés seront remis en état avant la divergence de la tranche 3 à l'issue de l'arrêt VD4.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, à l'issue de l'arrêt VD4, tous les EIP de la tranche 3 de Bugey seront conformes aux exigences définies et bénéficieront d'un programme pérenne de contrôles d'évaluation de leur conformité aux exigences définies (ou d'un cadre d'intégration dans le référentiel local de maintenance).

Conformément aux objectifs de l'ECOT, à l'issue de l'arrêt VD4, les résultats de l'examen de conformité du thème « *EIP* » auront permis d'évaluer la conformité de la tranche n°3 au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème « *Qualification des matériels aux conditions accidentelles* »

L'objectif du thème « *Qualification des matériels aux conditions accidentelles* » est de vérifier que les dispositions prescrites pour assurer la pérennité de la qualification sont intégrées dans les organisations locales.

L'ensemble des contrôles demandés au titre du programme du thème « *Qualification des matériels aux conditions accidentelles* » a été réalisé.

Sur les 256 Matériels Qualifiés aux Conditions Accidentelles (MQCA) contrôlés, des écarts ont été détectés sur :

- des moteurs de ventilateurs ;
- un moteur de pompe ;
- un fin de course de vanne ;
- une batterie d'un tableau électrique.

Tous les écarts détectés ont été remis en état avant la divergence de la tranche 3 à l'issue de l'arrêt VD4.

Les contrôles des dispositions organisationnelles pérennes ne mettent pas en évidence de fragilité, ni dans la prise en compte du référentiel Qualification dans le système d'information, ni concernant les conditions de conservation des pièces de rechange.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats de l'examen de conformité du thème « *Qualification des matériels aux conditions accidentelles* » ont permis d'évaluer la conformité de la tranche n°3 de Bugey au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème « Foudre »

L'objectif du thème « *Foudre* » est de s'assurer que les prescriptions du référentiel Foudre sont respectées.

L'ensemble des contrôles demandés au titre du programme du thème « *Foudre* » a été réalisé.

L'Analyse de Risque Foudre (ARF) révisée a été déclinée en Etude Technique Foudre. L'analyse des résultats n'a pas mis en évidence d'écart. Des anomalies ont été recensées et remises en conformité avant la divergence de la tranche 3 à l'issue de l'arrêt VD4.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats de l'examen de conformité du thème « *Foudre* » ont permis d'évaluer la conformité de la tranche n°3 de Bugey au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème « Spécificité de conception et de réalisation site des systèmes de sauvegarde »

L'objectif du thème « *Spécificité de conception et de réalisation site des systèmes de sauvegarde* » est de contrôler les différences entre les schémas mécaniques de référence et les schémas mécaniques disponibles dans les bases documentaires du CNPE pour les systèmes retenus de la tranche concernée.

L'ensemble des contrôles demandés au titre du programme du thème « *Spécificité de conception et de réalisation site des systèmes de sauvegarde* » a été réalisé sur tous les systèmes élémentaires retenus.

Les actions de comparaison entre les schémas mécaniques des bases des centres d'ingénierie et du CNPE ont mis en évidence des différences mineures entre les schémas mécaniques utilisés par les centres d'ingénierie et les schémas mécaniques en vigueur sur le site du BUGEY. Ainsi, 16 différences ont été identifiées portant sur les systèmes ASG, EAS, ETY, PTR, REA, RIS, SEC et VCDa. Des visites sur les installations ont permis de confirmer la conformité des schémas mécaniques du CNPE. Les actions de mises à jour des schémas mécaniques nationaux ont été réalisées par les centres d'ingénierie pour corriger les différences identifiées. Les schémas mécaniques nationaux ont été indicés en conséquence.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats de l'examen de conformité du Thème « *Spécificités de conception et de réalisation site des systèmes de sauvegarde* », ont permis d'évaluer la conformité de la tranche n°3 de Bugey au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la

continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème « *Vérification du traitement Fiches Ecartes Soldées, non closes* »

L'objectif du thème « *Vérification du traitement Fiches Ecartes Soldées, non closes* » est de contrôler la robustesse du processus de traitement des constats sur le CNPE du Bugey.

Le programme de contrôle ECOT VD4 du thème « *Vérification du traitement des fiches d'écarts soldées non closes* » prévoit deux volets de contrôles qui concernent :

- le traitement des écarts matériels au statut « *Soldé Non Clos* »,
- un contrôle de type « *revue* » s'attachant à examiner la qualité des phases de caractérisation des constats, traitement des écarts et la pertinence de l'efficacité des actions de traitement.

L'ensemble des contrôles demandés au titre du programme du thème « *Vérification du traitement Fiches Ecartes Soldées, non closes* » a été réalisé.

L'ensemble des PA CSTA à l'état non clos sur des EIP a fait l'objet d'une ré-interrogation des conditions de clôture. Tous ont pu ainsi être soit clos, soit justifiés en l'état.

En complément une revue des anomalies matérielles actives sur des équipements EIP a conduit à réexaminer 8 anomalies. Cette revue n'a pas conduit le CNPE du Bugey à ouvrir de nouveaux PA CSTA.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats de l'examen de conformité du Thème « *Vérification du traitement Fiches Ecartes Soldées, non closes* », ont permis d'évaluer la conformité de la tranche n°3 de Bugey au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème « *Tuyauteries* »

L'objectif du thème « *Tuyauteries* » est de contrôler l'intégrité des tuyauteries et plus particulièrement au droit des traversées en voile et paroi béton pour les systèmes ASG, LLS, ETY, SED, TEG, JPC et SER et de vérifier l'absence de désordre de façon générale.

Les tuyauteries concernées sont notamment des tuyauteries en acier noir (hors incendie et TRICE), et des tuyauteries et des réservoirs d'alimentation en eau déminéralisée (SED / ETSu).

A date, 79% des contrôles demandés au titre du programme du thème « *Tuyauteries* » ont été réalisés et aucun écart n'a été détecté.

Le solde des contrôles restant à réaliser au titre de l'ECOT sur le thème « *Tuyauteries* » sera réalisé avant la divergence de la tranche 3 à l'issue de l'arrêt VD4. Conformément à la prescription [CONF-A] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, tous les écarts éventuellement détectés lors de ces contrôles seront remis en état avant la divergence de la tranche 3 à l'issue de l'arrêt VD4.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, à l'issue de l'arrêt VD4, les résultats de l'examen de conformité du Thème « *Tuyauteries* », auront permis d'évaluer la conformité de la tranche n°3 de Bugey au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thèmes « *Séisme supportage* » et « *Séisme ancrage* »

L'objectif du thème « *Séisme supportage* » et « *Séisme ancrage* » est de réaliser le bilan d'application des programmes de maintenance (PBMP).

A date, 98% des contrôles demandés au titre du programme des thèmes « *Séisme supportage* » et « *Séisme ancrage* » ont été réalisés.

Le solde des contrôles restant à réaliser au titre de l'ECOT sur le thème « *Séisme supportage* » sera réalisé avant la divergence de la tranche 3 à l'issue de l'arrêt VD4. Conformément à la prescription [CONF-A] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, tous les écarts éventuellement détectés lors de ces contrôles seront remis en état avant la divergence de la tranche 3 à l'issue de l'arrêt VD4.

Toutes les anomalies identifiées seront remises en conformité ou justifiées en l'état avant la fin de l'arrêt VD4.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, à l'issue de l'arrêt VD4, les résultats des examens de conformité des thèmes « *Séisme supportage* » et « *Séisme ancrage* » auront permis d'évaluer la conformité de la tranche n°3 de Bugey au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème « *Confinement – Ventilation* »

L'objectif du thème « *Confinement – Ventilation* » est de consolider les actions de contrôle découlant des résultats du programme d'examen de conformité précédent et de mener des contrôles sur un périmètre complémentaire au niveau des tronçons des gaines ou des dispositifs de captation mis en place au plus près du risque.

L'ensemble des contrôles demandés au titre du programme du thème « *Confinement – Ventilation* » a été réalisé sur la tranche n°3, excepté sur une portion de gaine du circuit DVNd inaccessible du fait de la présence de bardage et de barbelés. Cette portion de gaine est protégée naturellement par son environnement et des contrôles complémentaires adjacents ont permis de démontrer l'absence de désordre.

Aucun écart n'a été identifié par les contrôles ECOT VD4.

Les résultats des contrôles de l'ECOT ont montré des anomalies mineures qui ne sont pas susceptibles de remettre en cause le confinement et les performances de débit des circuits de ventilation. Toutes ces anomalies seont traitées avant la divergence de l'arrêt VD4.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats des examens de conformité du thème « *Confinement – Ventilation* », ont permis d'évaluer la conformité de la tranche n°3 de Bugey au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème « Incendie »

L'objectif du thème « *Incendie* » est de vérifier le processus d'intégration des modifications du projet Maîtrise du Risque Incendie (MRI) et de certaines modifications locales réalisées entre les arrêts VD3 et VD4 (référentiel d'entrée de réexamen) d'une part, et de contrôler le bilan des visites du PBMP des trémies coupe-feu d'autre part.

L'ensemble des contrôles demandés au titre du programme du thème « *Incendie* » a été réalisé. Aucun écart n'a été identifié.

La totalité des modifications du projet Maîtrise du Risque Incendie (MRI) décidées après la troisième Visite Décennale est exploitée.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats des examens de conformité du thème « *Incendie* », ont permis d'évaluer la conformité de la tranche n°3 de Bugey au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème « Explosion interne »

L'objectif du thème « *Explosion interne* » est de réaliser :

- des contrôles visuels externes des tuyauteries, y compris dans les zones difficiles d'accès, les tronçons calorifugés (à décalorifuger) et les traversées,
- des contrôles d'absence de fuite à proximité des organes de robinetterie installés sur ces tuyauteries à l'aide d'un explosimètre,
- le contrôle de la présence de la signalétique de repérage sur les tuyauteries.

Le périmètre des contrôles est ciblé sur les circuits véhiculant des fluides explosifs (hydrogène, ammoniac, acétylène, kérosène). L'ensemble des contrôles programmés a été réalisé.

Les contrôles n'ont relevé aucun écart pouvant conduire à la formation d'atmosphère explosive ou présenter de risque immédiat pour l'installation ou les personnes.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats des examens de conformité du thème « *Explosion interne* », ont permis d'évaluer la conformité de la tranche n°3 de Bugey au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème « Inondation interne »

L'objectif du thème « *Inondation interne* » est de réaliser le contrôle de la bonne déclinaison des programmes de maintenance (périodicité des contrôles, conformité des procédures locales).

L'examen de conformité concerne les traversées ouvertes (siphons, avaloirs, cunettes) et les traversées fermées (trémies) des bâtiments électriques (BL) et périphérique (BW).

L'ensemble des contrôles demandés au titre du programme du thème « *Inondation interne* » a été réalisé.

Ces contrôles ont permis de mettre en évidence deux écarts :

- un au niveau d'un joint d'étanchéité de la rétention RIS/EAS ;
- un au niveau d'un défaut traversant concernant une traversée située dans un des bâtiment périphérique du bâtiment réacteur.

Les 2 écarts ont été traités avant la divergence de la tranche à l'issue de l'arrêt VD4.

Par ailleurs, la déclinaison dans la documentation locale de l'ensemble des procédures nationales sur le thème a été vérifiée.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats des examens de conformité du thème « *Inondation interne* », ont permis d'évaluer la conformité de la tranche n°3 de Bugey au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème « *Inondation externe* »

Contrairement aux autres thèmes ECOT dont l'objectif est de vérifier la conformité au référentiel applicable après l'arrêt VD3 et avant l'arrêt VD4, les contrôles réalisés dans le cadre de l'ECOT sur le thème « *Inondation externe* » répondent au guide ASN n° 13 de vérification de la déclinaison des études du 4^{ème} RP 900.

L'objectif du thème « *Inondation externe* » est de :

- Contrôler la bonne intégration du nouveau référentiel, qui décline le guide n° 13 de l'ASN.
- Contrôler l'état des dispositions matérielles (batardeaux, clapets anti retour, obturateurs, seuils métalliques et réhausses en béton, pompes mobiles et groupes électrogènes...).
- Contrôler la bonne intégration du nouveau référentiel de l'organisation de crise.

L'ensemble des contrôles demandés au titre du programme du thème « *Inondation externe* » a été réalisé. Ces contrôles n'ont révélé aucun écart.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats des examens de conformité du thème « *Inondation externe* », ont permis d'évaluer la conformité de la tranche n°3 de Bugey au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème « *Matériels Locaux de Crise* »

L'objectif du thème « *Matériels Locaux de Crise* » est de contrôler l'opérabilité des Matériels Locaux de Crise (MLC) comprenant des matériels mobiles de sûreté, du Plan d'Urgence Interne et « Post-Fukushima » ainsi que des protections individuelles utilisables par le CNPE du Bugey en situation accidentelle.

Suite à l'accident de Fukushima, les exigences associées et l'organisation pérenne pour garantir l'opérabilité des matériels locaux de crise ont été redéfinies.

Le programme de contrôle de l'ECOT est basé sur :

- le contrôle de l'opérabilité des équipements et matériels,
- le contrôle du respect des exigences documentaires et organisationnelles.

L'ensemble des contrôles demandés au titre du programme du thème « *Matériels Locaux de Crise* » a été réalisé pour l'ensemble du site du Bugey (dont la tranche n°3).

Aucun écart n'a été identifié par les contrôles ECOT VD4 remettant en cause la disponibilité fonctionnelle des matériels mobiles et des équipements individuels MLC.

Des actions complémentaires ont également été réalisées afin de garantir la programmation et la réalisation de contrôles complémentaires sur le bon état et essai de fonctionnement de certains moyens locaux de crise.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats des examens de conformité du thème « *Matériels Locaux de Crise* », ont permis d'évaluer la conformité au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation, dans la continuité de l'examen précédent en intégrant le retour d'expérience d'exploitation inter-réexamen.

Thème « *Visites Terrain compléments ECOT (CONF1)* »

L'objectif du thème « *Visites Terrain compléments ECOT (CONF1)* » est de réaliser avec des équipes multi spécialités des visites *in situ* d'équipements importants pour la sûreté, afin de s'assurer de leur conformité en prenant notamment en compte l'environnement au plus près de ces matériels. Les matériels concernés contribuent directement au repli et au maintien en état sûr du réacteur : pompes d'alimentation en secours des Générateurs de Vapeur (ASG), pompes d'alimentation en eau brute filtrée SEC, SEB eau brute, EAS eau brute et groupes électrogènes de secours LHG et LHH.

Ces visites terrain désignées « *CONF1* » ont eu lieu entre avril et juillet 2022 sur le réacteur n°3.

Aucune des anomalies détectées n'a été caractérisée en écart. Toutes les anomalies seront traitées avant la fin de l'arrêt VD4.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats de l'examen de conformité du thème « *Visite Terrain complémentaires ECOT (CONF1)* » ont permis d'évaluer la conformité de la tranche n°3 au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation.

Thème « *Contrôles complémentaires ECOT* »

L'objectif de ce thème est de réaliser des contrôles complémentaires ciblés sur les 9 thématiques spécifiques précisées précédemment.

A date, 90% des contrôles demandés au titre du programme du thème « *Contrôles complémentaires ECOT* » ont été réalisés et aucun écart n'a été observé.

Le solde des contrôles restant à réaliser au titre de l'ECOT sur le thème « *Contrôles complémentaires ECOT* » sera réalisé avant la divergence de la tranche 3 à l'issue de l'arrêt VD4. Conformément à la prescription [CONF-A] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, tous les écarts éventuellement détectés lors de ces contrôles seront remis en état avant la divergence de la tranche 3 à l'issue de l'arrêt VD4.

Conformément aux objectifs de l'ECOT, les résultats de l'examen de conformité du thème « *Contrôles complémentaires ECOT* » ont permis d'évaluer la conformité de la tranche n°3 au référentiel applicable en entrée de réexamen afin de consolider la sûreté de l'installation.

1.2.2. Risques non radiologiques

1.2.2.1. Maîtrise de la conformité réglementaire

Partie générique Palier

Les principaux textes réglementaires applicables au Palier CP0, relatifs aux risques conventionnels, sont :

- Le titre IX du livre V du code de l'environnement, relatif à la sécurité nucléaire et les installations nucléaires de base, notamment les articles L.593-18 et L.593-19 ;
- L'arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base ;
- La décision n° 2013-DC-0360 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 16 juillet 2013, relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base, homologuée par l'arrêté du 9 août 2013, modifiée par l'arrêté du 5 décembre 2016 portant homologation de la décision n° 2016-DC-0569.

La conformité réglementaire de l'installation s'établit par une succession d'étapes clés : identification des textes et exigences réglementaires, évaluation de l'état de conformité associé, traitement en gestion de conformité des exigences partiellement ou non respectées, réévaluation régulière de l'état de conformité.

Les résultats de la maîtrise de la conformité réglementaire sont présentés au Volet II - Chapitre 1 – § 1.1.2.2.

Parmi les exigences en gestion de conformité vis-à-vis des risques non radiologiques, le CNPE du Bugey a identifié les points suivants :

- L'article 4.3.3 de l'Arrêté du 7 février 2012 modifié précise que « *Le stockage, l'entreposage et la manipulation de substances radioactives ou dangereuses sont interdits en dehors des zones prévues et aménagées à cet effet en vue de prévenir leur dispersion* ». Suite à une visite terrain, le CNPE du Bugey a constaté que la zone d'entreposage de la substance ECOPOL nécessitait une amélioration du dispositif de rétention. Cette amélioration fait l'objet d'un dossier de modification locale (LLBU2625).
- Le CNPE du Bugey a engagé des études et travaux afin d'améliorer sa stratégie de confinement au titre de l'article 4.3.6 de la Décision n° 2013-DC-0360. La note d'études prévue pour répondre à cette gestion de conformité a été transmise à l'ASN fin septembre 2021. D'ores et déjà, dans le cadre du programme national, une amélioration du dispositif de confinement est prévue sur le réseau W1 qui draine les eaux pluviales de la zone Nord du site (PNRL0952).
- Par ailleurs, une modification est prévue sur l'aire de dépotage des bâches à fioul afin d'améliorer le confinement (PNPE0065).

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- LLBU2625 « Amélioration du dispositif de rétention au droit de la zone d'entreposage de l'ECOPOL » ;
- PNRL0952 « Amélioration du dispositif de confinement W1 » ;
- PNPE0065 « Amélioration du confinement de l'aire de dépotage des bâches à fioul » ;

ont été intégralement déployées sur le CNPE du Bugey. Les impacts documentaires de ces modifications ont été pris en compte.

1.2.2.2. Conformité aux exigences définies afférentes aux EIPR

Partie générique Palier

L'article 1.3 de l'arrêté du 7 février 2012 modifié définit ainsi un élément important pour la protection : « *élément important pour la protection des intérêts mentionnés à l'article L.593-1 du code de l'environnement (sécurité, santé et salubrité publiques, protection de la nature et de l'environnement), c'est-à-dire structure, équipement, système (programmé ou non), matériel, composant, ou logiciel présent dans une installation nucléaire de base ou placé sous la responsabilité de l'exploitant, assurant une fonction nécessaire à la démonstration mentionnée au deuxième alinéa de l'article L.597-7 du code de l'environnement ou contrôlant que cette fonction est assurée* ».

Les Éléments Importants pour la Protection des intérêts vis-à-vis des risques conventionnels (EIPR) du Palier CP0 sont les rétentions et puisards, identifiés comme ultimes lors de la mise en application de l'arrêté INB (ouvrage ayant au moins une face en contact direct avec l'environnement) et constituant une ultime barrière pour la protection de l'environnement.

Une démarche proportionnée aux enjeux basée sur la dangerosité des substances liquides et sur les quantités entreposées permet d'identifier des substances « à enjeu environnemental méritant attention ». Pour ces substances, les EIPR sont étendus aux équipements actifs contribuant au confinement liquide. D'autre part, en tant qu'organes d'isolement ultimes avant rejet dans l'environnement, les obturateurs gonflables sur le réseau d'eaux pluviales constituent également des EIPR.

Le respect des exigences définies des EIPR est assuré par un contrôle périodique de leur bon fonctionnement et positionnement. Pour les EIPR historiques (puisards et rétentions ultimes), il a été retenu de faire un bilan de l'application des programmes de maintenance préventive. Une telle démarche revient à dresser le bilan du programme de maintenance relatif au génie civil qui est déjà par ailleurs demandé au travers du thème « Génie Civil » de l'ECOT du 4^{ème} RP 900 (cf. Volet I – Chapitre 1 – Section 1 - § 1.2.1). Ceci contribue à la réponse à la prescription [INC-A] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900. En complément, EDF a présenté le résultat des contrôles effectués sur le réexamen de la pertinence des opérations courantes de contrôle et de maintenance au regard de leurs objectifs et des meilleures techniques disponibles correspondantes.

La liste des nouveaux équipements présentant un statut EIPR (équipements actifs et passifs) a été établie.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Conformément à la planification demandée au travers de l'ECOT du 4^{ème} RP 900, les puisards et rétentions ultimes de la tranche 3 du CNPE du Bugey ont été contrôlés. Tous les écarts identifiés ont été traités.

Suite au marquage de la nappe phréatique en tritium détecté début 2023, des contrôles ont été engagés sur les canalisations inter-rétentions des bâches de stockage des effluents du site. Ces contrôles ont permis d'identifier des inétanchéités pour lesquelles le CNPE du Bugey a engagé des réparations. Ces réparations se dérouleront conformément à l'engagement pris par le CNPE.

1.2.2.3. Examens complémentaires menés sur les ouvrages enterrés

Partie générique Palier

Le programme « Tuyauteries enterrées ou en caniveaux difficilement accessibles » est un programme de contrôle complémentaire engagé dans le cadre du 4^{ème} RP 900.

La démarche mise en œuvre se déroule en 4 étapes :

1. Analyse de risques :

Phase 1 : collecte des données d'entrée et état des lieux des tuyauteries,

Phase 2 : traitement informatique de ces données et analyse des résultats,

Phase 3 : définition des inspections à réaliser.

2. Inspections sur site : inspections par l'extérieur et/ou par l'intérieur selon la configuration des tuyauteries,

3. Diagnostics,

4. Réparations éventuelles des tuyauteries ou programme de suivi / remplacement.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Des contrôles approfondis ont été réalisés sur Bugey pour les tuyauteries présentant des sensibilités particulières connues. Il s'agit des tuyauteries des systèmes EBG, SXS ainsi que des canalisations inter-rétentions TER-TER, REA-PTR, TEP-PTR.

Les analyses réalisées concluent à l'aptitude des tuyauteries des systèmes JPD, SEA, SEH, SFD, SRE, TEP, TEP-PTR, TEU et TEUs à assurer leur fonction au-delà du RP4.

L'évaluation de la tenue au-delà des arrêts VD4 des tuyauteries enterrées et en caniveau difficilement accessibles du CNPE du Bugey repose sur la méthode « *Fitness For Service* » (FFS) tirée de la pratique internationale et des résultats de contrôles par Inspection TéléVisuelle (ITV) et mesures d'épaisseur sur des tronçons ciblés. Cette méthode permet de statuer sur l'état de la tuyauterie inspectée à une date ultérieure. Le CNPE du Bugey a appliqué cette méthodologie en prêtant une attention particulière à certains systèmes considérés comme sensibles.

La tuyauterie du système EBG sur laquelle de la corrosion avait été identifiée a été remplacée, ce qui est compatible avec l'objectif d'une durée de vie à RP4 + 10 ans.

Concernant la tuyauterie du système REA-PTR, les mesures d'épaisseurs ciblées sur des zones représentatives et accessibles ont été réalisées ; l'analyse a ainsi conclu que l'intégrité de la ligne pour les 10 ans à venir n'est pas remise en cause. En complément, une surveillance périodique par ITV a été mise en place.

Les tuyauteries SXS en acier noir en caniveaux LPE ont fait l'objet d'un programme de contrôle renforcé entre 2015 et 2017 conduisant à des réparations suite au marquage en tritium des eaux souterraines du site fin 2014 (ESE déclaré en 2014). L'étude menée sur les parties courantes de la tuyauterie inspectée conclut à l'aptitude de ce réseau à assurer sa fonction jusqu'au 5^{ème} RP. Un large programme de rénovation a été achevé par retubage interne en PEHD des tronçons transitant en caniveau, afin de garantir l'intégrité fonctionnelle et structurelle de ces tuyauteries à long terme.

Suite à la détection d'une fuite en caniveau sur la tuyauterie de remplissage de bâches TER-S, des contrôles ont été effectués sur l'ensemble des tuyauteries présentes dans ce caniveau (JPD, tuyauteries des bâches TER-S, canalisation inter-rétention TER) et une rénovation a été réalisée sur les lignes de remplissage, brassage et vidange des bâches TER-S.

1.3. CONCLUSION

La vérification de la conformité de la tranche à l'état de référence s'effectue sur site à partir :

- de contrôles *in situ* réalisés par l'exploitant ;
- d'un examen de la documentation d'exploitation, des programmes de contrôles ou d'essais, de modes opératoires et de consignes ainsi que des plans et schémas associés.

Tous les écarts détectés auront été traités avant la divergence de tranche 3 à l'issue de l'arrêt VD4, permettant de statuer sur la conformité du réacteur n° 3 du CNPE du Bugey au référentiel applicable en entrée de réexamen et ainsi de consolider la sûreté de l'installation.

SECTION 2 : PROGRAMME D'INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES (PIC)

2.	PROGRAMME D'INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES (PIC)	39
2.1.	OBJECTIF	39
2.2.	REPONSE	39
2.3.	CONCLUSION	41

2. PROGRAMME D'INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES (PIC)

2.1. OBJECTIF

La réalisation du Programme d'Investigations Complémentaires « PIC » est une démarche qui vise à consolider la pertinence de la maintenance préventive des matériels et à confirmer l'absence de dégradations en fonctionnement dans des zones habituellement non contrôlées.

A ce jour, des PIC ont été établis et mis en œuvre à l'occasion des deuxièmes et troisièmes visites décennales des Paliers 900 MWe et 1300 MWe et deuxièmes visites décennales des 1450 MWe. Les examens proposés au titre du PIC sont définis en complément des référentiels de surveillance et de maintenance applicables.

L'objectif principal du PIC est de s'assurer que les hypothèses prises en compte dans les programmes de maintenance d'absence de dégradation dans les zones réputées non sensibles à l'endommagement et qui ne sont pas surveillées ne sont pas remises en cause.

2.2. REPONSE

Partie générique Palier

La démarche d'élaboration du PIC consiste à analyser l'adéquation entre la maintenance réalisée et la connaissance des modes de dégradation en service identifiés. Elle repose principalement sur :

- l'analyse du référentiel de maintenance et de surveillance,
- le retour d'expérience des PIC précédents,
- l'analyse du processus de maîtrise du vieillissement,
- le retour d'expérience d'exploitation national et international,
- l'analyse des thèmes retenus dans le cadre du programme ECOT,
- l'analyse du maintien de la qualification des Matériels Qualifiés aux Conditions Accidentelles (MQCA).

La démarche permet d'établir un programme d'investigation basé sur l'examen des éléments importants pour la protection des intérêts (EIP) qui ne font pas l'objet d'un programme de surveillance périodique dédié.

Ce programme d'investigation définit les zones à examiner, les examens non destructifs et les expertises à mettre en œuvre en précisant les objectifs visés ainsi que les justifications du choix de ces zones. Les examens non destructifs sont privilégiés par rapport aux expertises.

Les examens sont répartis par sondage de façon à ne pas réaliser les mêmes sur plusieurs tranches d'un même site. Le choix des tranches CPY ou CP0 est basé sur l'analyse des différentes configurations de conception de tranche ou de Palier (à défaut de particularité, le choix est dicté par une répartition adaptée entre les différentes Visites Décennales programmées entre 2019 et 2023).

Les examens prévus sont essentiellement réalisés lors des visites décennales. Si des indications sont notées à l'occasion de ces examens, elles sont traitées conformément aux règles en vigueur. Le cas échéant, en cas de détection d'un mécanisme inattendu :

- le sondage initialement proposé est étendu en fonction de l'évaluation du risque associé à la détection de ce mécanisme (mise à jour réactive sous 6 mois),
- le référentiel de maintenance est mis à jour sous 2 ans à compter de l'établissement de la synthèse globale du PIC, après analyse des résultats consolidés.

L'application de la méthodologie d'élaboration du périmètre du PIC 4^{ème} RP 900 a conduit à retenir 3 domaines, couvrant les EIP :

- domaine « *Circuits et matériels CPP et CSP* »,
- domaine « *Circuits et matériels hors CPP et CSP* »,
- domaine « *Génie Civil* ».

En ce qui concerne le domaine « *Matériels électriques et de contrôle-commande* », aucune action n'est réalisée au titre du PIC 4^{ème} RP 900, dans la mesure où l'ensemble des EIP a fait l'objet d'une étude systématique (et des investigations associées en cas de besoin) visant à étendre leur qualification aux conditions accidentelles (cf. Volet III - Section 2).

Il est à noter que le périmètre d'analyse prend en compte les structures et composants contribuant à la sûreté de l'entreposage en piscine combustible, à la limitation des rejets vers l'environnement et à la fiabilité des circuits assurant une mission post-accidentelle.

Corrosion Sous Contrainte :

A l'occasion de la 2^{ème} visite décennale de tranche n°1 du CNPE de Civaux fin 2021, des contrôles visant à la recherche de défauts de fatigue thermique ont mis en évidence un mécanisme de dégradation par corrosion sous contrainte (CSC) en milieu nominal primaire, affectant des portions de tuyauteries des circuits auxiliaires non isolables du circuit primaire principal.

Le programme d'investigations mis en place à la suite de cet aléa a conduit durant toute l'année 2022 à des contrôles, des découpes ou des expertises en laboratoire sur de nombreuses soudures de ces portions de tuyauteries sur des réacteurs représentatifs de tous les paliers du parc en exploitation. Ces investigations ont permis d'établir un premier état des lieux qui fait l'objet d'actualisations régulières.

Dans le but de compléter cet état des lieux et d'apporter les garanties du maintien des installations au plus haut niveau de sûreté, EDF a entrepris de réaliser une campagne de contrôle sur l'ensemble des tranches du parc en exploitation sur la période 2023-2026.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Aucun contrôle n'est demandé au titre du PIC au cours de l'arrêt VD4 de la tranche 3 du CNPE du Bugey.

Au titre de la CSC, les contrôles réalisés sur les 11 soudures de la tranche n°3 du CNPE du Bugey au cours de son arrêt VD4 n'ont pas conduit à la détection d'écart nécessitant la mise en œuvre de réparation.

2.3. CONCLUSION

Les examens prévus dans le cadre du PIC sont réalisés pendant les 4^{èmes} Visites Décennales. Si des dégradations sont constatées à l'occasion de ces examens, elles sont traitées conformément aux procédures. Le cas échéant, si des constats de dommages suspectés sont obtenus, les conséquences sur le référentiel de maintenance en sont tirées.

Le PIC s'inscrit dans une démarche visant à conforter les hypothèses sur l'absence de dégradation notable apparue en service sur des zones habituellement non surveillées. Le PIC contribue à l'examen de conformité décennal des installations.

Aucun contrôle n'est demandé au titre du Programme d'Investigations Complémentaires 4^{ème} Réexamen Périodique 900 de la tranche 3 du CNPE du Bugey.

**SECTION 3 : TRAITEMENT DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS POUR LA SURETE (ESS) DE NIVEAU
SUPERIEUR OU EGAL A 1 SUR L'ECHELLE INES ET DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS POUR
L'ENVIRONNEMENT (ESE) RELATIFS AU CONFINEMENT LIQUIDE**

3.	TRAITEMENT DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS POUR LA SURETE (ESS) DE NIVEAU SUPERIEUR OU EGAL A 1 SUR L'ECHELLE INES ET DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS POUR L'ENVIRONNEMENT (ESE) RELATIFS AU CONFINEMENT LIQUIDE	44
3.1.	OBJECTIF	44
3.2.	REPONSE	44
3.2.1.	ESS GENERIQUES PALIER.....	44
3.2.2.	ESS SPECIFIQUES A LA TRANCHE 3 DU CNPE DE BUGEY	44
3.2.3.	ESE RELATIFS AU CONFINEMENT LIQUIDE DU CNPE DE BUGEY	45
3.3.	CONCLUSION	45

3. TRAITEMENT DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS POUR LA SURETE (ESS) DE NIVEAU SUPERIEUR OU EGAL A 1 SUR L'ECHELLE INES ET DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS POUR L'ENVIRONNEMENT (ESE) RELATIFS AU CONFINEMENT LIQUIDE

3.1. OBJECTIF

Conformément aux articles 2.6.1 à 2.6.5 de l'arrêté du 7 février 2012 modifié dit « arrêté INB », le processus de gestion des écarts mis en œuvre par EDF vise à :

- Détecter les écarts relatifs à ses installations ;
- Analyser les écarts détectés afin de déterminer leur importance vis-à-vis des intérêts protégés ;
- Traiter les écarts détectés dans des délais adaptés aux enjeux ;
- Le cas échéant, déclarer dans les meilleurs délais, ces écarts comme événements significatifs selon des critères précisés par l'ASN puis les analyser de manière approfondie afin d'en tirer les enseignements et définir des actions préventives, curatives et correctives.

Chaque Evénement Significatif pour la Sûreté (ESS) est classé selon l'échelle internationale INES (échelle internationale de classement de la gravité des événements nucléaires et radiologiques).

L'objectif du bilan présenté ci-dessous consiste à identifier les événements ayant donné lieu à la déclaration d'un ESS classé au niveau 1 ou plus sur l'échelle INES non résorbés à l'issue de la 4^{ème} VD et à identifier les modalités de traitement et le délai associé.

Par ailleurs, la notion de confinement liquide signifie que les substances liquides véhiculées dans le cadre de l'exploitation normale des tranches nucléaires depuis des réservoirs, dans des tuyauteries et tous les autres dispositifs nécessaires à l'exploitation des tranches, restent maintenues à l'intérieur des équipements au sein desquels elles circulent. Lorsque ce confinement n'est plus assuré cela représente un écart qui peut, en fonction de son impact faire l'objet d'une déclaration d'un Evènement Significatif pour l'Environnement (ESE).

L'objectif du bilan présenté ci-dessous consiste à identifier les événements ayant donné lieu à la déclaration d'un ESE relatif au confinement liquide non résorbés à l'issue de la 4^{ème} VD et à identifier les modalités de traitement et le délai associé.

3.2. REPONSE

3.2.1. ESS génériques Palier

A la date de rédaction du présent document, il n'y a pas d'ESS générique concernant la tranche 3 de Bugey déclaré et classé au niveau 1 ou plus sur l'échelle INES, avec des actions pour corriger les dysfonctionnements prévues mais non soldées vis-à-vis du référentiel en vigueur.

Suite aux événements de fin 2023 ayant conduit à l'inondation partielle de la station de pompage des réacteurs n° 2 et 3 du CNPE du Bugey, EDF a engagé une revue de conception des stations de pompage du site afin d'identifier d'éventuelles améliorations à apporter. Ces événements n'ont cependant pas conduit à la déclaration d'ESS classés au niveau 1 ou plus sur l'échelle INES.

3.2.2. ESS spécifiques à la tranche 3 du CNPE de BUGEY

A la date de rédaction du présent document, la tranche 3 du CNPE du Bugey présente un seul ESS spécifique déclaré et classé au niveau 1 sur l'échelle INES avec des actions correctives prévues mais non soldées vis-à-vis du référentiel en vigueur. Il s'agit de l'ESS « Risque de non tenue de matériels du système SEB en cas de séisme ou de transitoire particulier dans l'enceinte des réacteurs n°2, 3, 4 et 5 du Bugey » pour lequel des actions correctives sont déployées lors de l'arrêt VD4 en cours. La résorption de cet événement interviendra suite au déploiement de la modification LLBU2412 « Modification des filtres SEB TR2 à 5 » au plus tard en 2025.

3.2.3. ESE relatifs au confinement liquide du CNPE de BUGEY

Tous les écarts au sens de l'arrêté INB ayant donné lieu à une déclaration d'ESE relatifs au confinement liquide concernant le réacteur n°3 du CNPE du Bugey ont été traités à l'exception des actions permettant de traiter l'événement ci-dessous.

Suite au marquage en tritium de la nappe phréatique provoqué par des inétanchéités au niveau des canalisations inter-rétentions des bâches de stockage des effluents, un Événement Significatif pour l'Environnement a été déclaré par le CNPE du Bugey le 12 janvier 2023. L'identification de ces inétanchéités a été réalisée. Leurs réparations ont été engagées par le CNPE et sont toujours en cours selon l'échéancier défini.

3.3. CONCLUSION

L'analyse montre que l'ensemble des événements ayant fait l'objet de la déclaration d'un Événement Significatif pour la Sûreté (ESS) de niveau supérieur ou égal à 1 sur l'échelle INES ou d'un Événement Significatif pour l'Environnement (ESE) relatif au confinement liquide a été résorbé pour la tranche 3 du CNPE du Bugey à l'exception de :

- un ESS identifié ci-dessus pour lequel des dispositions ont été mises en œuvre pour éliminer la nocivité ou maîtriser son impact sur la sûreté et dont le traitement pérenne est planifié au plus tard en 2025 ;
- un ESE identifié ci-dessus pour lequel les actions curatives sont toujours en cours conformément à l'échéancier établi.

SECTION 4 : REVUE DE CONFORMITE DES SYSTÈMES

4.	REVUES DE CONFORMITE DES SYSTEMES	48
4.1.	OBJECTIF	48
4.2.	REPONSE	48
4.2.1.	REVUE SOURCES ELECTRIQUES.....	49
4.2.2.	CONFORMITE DE LA FONCTION « RECIRCULATION RIS-EAS ».....	50
4.2.2.1	REVUE DE LA FONCTION « RECIRCULATION RIS-EAS ».....	51
4.2.2.2	INSTRUCTION DES RESULTATS DE LA REVUE DANS LE CADRE DU GROUPE PERMANENT CONSACRE AUX ETUDES D'ACCIDENTS DU 4^{EME} RP 900.....	52
4.2.2.3	CONCLUSION	54
4.2.3.	PLAN D'ACTIONS VENTILATION (PAV)	56
4.2.4.	REVUES COMPLEMENTAIRES DES SYSTEMES.....	57
4.3.	CONCLUSION	60

4. REVUES DE CONFORMITE DES SYSTEMES

4.1. OBJECTIF

Faisant suite au Groupe Permanent Orientations (GPO) du 4^{ème} RP 900, l'ASN a formulé la demande CONF n°4 relative au programme de revues des systèmes élémentaires.

L'objectif est d'identifier les principaux systèmes relatifs à la sûreté pour lesquels les études de conception n'ont pas été réexaminées depuis la mise en service des installations ou pour lesquels le retour d'expérience d'exploitation est défavorable, ou pour lesquels la défaillance augmenterait notablement le risque de fusion du cœur en situation accidentelle, et de mener un programme de revues de ces systèmes pour en vérifier la conformité.

4.2. REPONSE

Le processus de réexamen périodique amène EDF à se réinterroger tous les 10 ans sur la sûreté de ses installations et donc à réexaminer les études de conception support aux thèmes d'analyse retenus. Cette démarche est alimentée par le retour d'expérience événementiel national et international.

Ainsi, la conception initiale des réacteurs est basée sur une démarche de dimensionnement de systèmes de sauvegarde vis-à-vis de situations incidentelles et accidentelles de la chaudière qui a été progressivement étendue au Domaine Complémentaire puis aux accidents avec fusion du cœur et aux agressions. Ceci a amené à réexaminer les études de conception des systèmes pour s'assurer de leur cohérence avec les données et hypothèses considérées dans la démonstration de sûreté (ex : essais périodiques sur les systèmes de ventilation et plan d'actions associé).

De plus, dans le cadre de la poursuite du fonctionnement après 40 ans, un programme de vérification de la qualification après 40 ans a été entrepris pour s'assurer de la validité des études de conception initiales vis-à-vis du vieillissement (cf. Volet III - Section 2).

Pour l'analyse du REX sur les systèmes, EDF se base sur plusieurs sources d'information, à savoir :

- Les ESS de conception relevant d'écarts de conformité ou d'anomalies d'études ;
- Les données de fiabilité des matériels ;
- L'analyse de tendance, avec les outils probabilistes (démarche « *précurseurs* » avec les Etudes Probabilistes de Sûreté), qui complète l'analyse déterministe des événements.

EDF a développé une méthode d'identification des systèmes devant faire l'objet d'une revue dans le cadre de la réponse à une demande de l'ASN formulée lors du GPO. La liste obtenue comporte les systèmes liés au refroidissement et à la sauvegarde du cœur, complétée de fonctions supports importantes (cf. § 4.2.4).

Cette liste vient compléter les revues et actions déjà réalisées et intégrées au 4^{ème} RP 900 :

- Revue sur les systèmes relatifs aux sources électriques ;
- Revue de conformité de la fonction recirculation RIS-EAS ;
- Plan d'actions Ventilation.

4.2.1. Revue sources électriques

Partie générique Palier

A la suite de plusieurs avaries sur des équipements des systèmes des sources électriques, une revue de conception a été organisée en 2017, en complément de la revue d'exploitation tenue en juin 2016.

En 2019, dans le cadre du 4^{ème} Réexamen Périodique, une revue spécifique au Palier CP0 Bugey s'est tenue.

Ces revues ont porté sur les équipements (Turbine à Combustion (TAC), Turbo Alternateur de Secours LLS, Groupes diesels principaux de secours, sources électriques externes) ainsi que sur les méthodes d'études (calcul des données de fiabilité, restauration de marges probabilistes...). Elles ont été conduites selon 3 axes :

- Vérification de la conformité au référentiel, avec une projection prenant en compte des équipements nouveaux installés suite à la prise en compte du retour d'expérience Post-Fukushima ;
- Analyse conjointe du retour d'expérience d'exploitation entre la DPN et l'ingénierie de conception, afin d'en tirer les éventuelles causes issues de la conception ;
- Analyse probabiliste visant à identifier les équipements sensibles, les points faibles et les gisements de progrès.

Parmi les actions décidées lors de ces revues, celles qui concernent notamment le Palier CP0 Bugey sont :

- Renforcement des stocks de transformateurs auxiliaires et de soutirage de rechange utilisables sur le CNPE ;
- Réfection de la partie souterraine des liaisons d'évacuation d'énergie entre le poste RTE et les tranches 2 et 3 ainsi que les liaisons souterraines de la boucle 20 kV ;
- Renforcement des exigences de qualification technique des fournisseurs et prestataires de maintenance des transformateurs ;
- Meilleure prise en compte dans les études de la ventilation comme système-support aux sources électriques ;
- Modélisation plus fine de certaines missions dans les modèles supports aux études probabilistes de sûreté.

Parmi les modifications engagées dans le cadre du 4^{ème} Réexamen Périodique, la substitution du Turbo-Alternateur de Secours LLS par le Diesel d'Ultime Secours (DUS) installé sur chaque réacteur au titre des modifications issues du retour d'expérience post Fukushima ainsi que le secours du DUS par le DUS de la tranche voisine contribuent au renforcement de la fiabilité des sources électriques.

Par ailleurs, concernant les diesels principaux, les exigences de conception ont été vérifiées au travers des documents relatifs aux exigences de sûreté, au bilan de puissance des diesels, aux règles d'essais périodiques du système LHG/LHH, au bilan de qualification et au Dossier d'aptitude à la poursuite de l'exploitation. L'examen de ces documents montre que ces exigences sont respectées.

En particulier le bilan de puissance des diesels est vérifié avec une marge strictement positive.

Afin d'une part de tenir compte des nouveaux consommateurs ajoutés à l'occasion du 4^{ème} réexamen périodique et afin d'autre part d'augmenter les marges sur le bilan de puissance des diesels en situation de canicule et notamment de canicule cumulée à un aggravant (perte d'un Diesel) en situation de MDTE, EDF met en œuvre deux modifications :

- le non-relestage des pompes REA eau et GGR (PNPE0167),
- une modification visant à abaisser la température de l'air comburant des diesels par brumisation (PNPE0339).

En application de la prescription [CONF-D] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, au plus tard 5 ans après l'émission du RCR, EDF assurera, avec un haut niveau de confiance, l'alimentation de l'ensemble des matériels secourus par chaque groupe électrogène de secours dans toutes les situations de la démonstration de sûreté. À ce titre, le bilan de puissance de chaque groupe électrogène de secours

présentera une marge d'au moins 5 %. EDF mettra en œuvre les éventuelles modifications nécessaires.

Enfin, pour permettre le passage de nouveaux câbles de contrôle commande associés aux modifications matérielles du 4^{ème} RP 900, EDF densifie certains cheminements de câbles et met en place un faux plancher dans certains locaux du bâtiment électrique dans le cadre des affaires PNPE0131 et PNPP0950. EDF met également en œuvre des réaffectations de départs sur certains tableaux électriques afin d'équilibrer la charge de puissance des tableaux basse tension 380 V (PNPE0044). Ces modifications sont des préalables à certaines modifications du réexamen périodique.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications

- PNPE0131 « Densification de l'architecture électrique des chemins de câbles contrôle-commande et puissance »,
- PNPP0950 « Installation de faux plancher dans les locaux de relayage »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. L'impact documentaire de ces modifications a été pris en compte.

Les modifications :

- PNPE0167 tome A « Bilan de puissance diesel : non restage des pompes REA eau »,
- PNPE0167 tome B « Bilan de puissance diesel : non restage des pompes GGR »,
- PNPE0044 « Ré-affectation de départs sur les tableaux LL »,

sont en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900. Les impacts documentaires de ces modifications seront également pris en compte.

La modification PNPE0339 « Bilan de puissance diesels en canicule : brumisation » sera déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900.

4.2.2. Conformité de la fonction « Recirculation RIS-EAS »

Partie générique Palier

En cas de brèche sur le circuit primaire non compensable par le système de contrôle volumétrique et chimique (système RCV), il est nécessaire, pour assurer le refroidissement du cœur du réacteur, d'injecter de l'eau borée pour compenser l'eau perdue à la brèche. Cette fonction de sauvegarde est assurée par le système d'injection de sécurité RIS. Par ailleurs, afin de faire diminuer la pression dans le Bâtiment Réacteur, il peut être nécessaire, selon la taille de la brèche sur le circuit primaire, d'utiliser également le système d'aspersion de l'enceinte (système EAS).

L'eau borée nécessaire au fonctionnement des systèmes RIS et EAS est, dans un premier temps, puisée dans la bêche du circuit de traitement et de refroidissement des piscines (système PTR). Dans un second temps, lorsque cette dernière atteint son niveau bas, les systèmes RIS et EAS basculent automatiquement en mode « recirculation » et aspirent l'eau récupérée dans les puisards situés au fond du Bâtiment Réacteur. Ce mode de fonctionnement des systèmes RIS et EAS, appelé par la suite fonction « Recirculation RIS-EAS », est utilisé à plus long terme pour évacuer la puissance résiduelle du cœur.

4.2.2.1 Revue de la fonction « Recirculation RIS-EAS »

En 2009, EDF a réalisé une revue de la fonction « Recirculation RIS-EAS », avec pour objectif de démontrer et de justifier la fiabilité de cette fonction dans les situations accidentelles où elle est requise. Les conclusions de cette revue ont été transmises à l'ASN au début de l'année 2010. Les analyses présentées constituaient selon l'ASN une avancée dans la démonstration de la fiabilité de cette fonction.

Par la suite, EDF a transmis à l'ASN un programme de travail détaillé présentant les principaux axes d'analyse d'une seconde revue technique de conformité de la fonction « Recirculation RIS-EAS », qui s'est tenue fin 2016, et dont les conclusions relatives au palier CPO Bugey sont présentées dans le présent chapitre.

❖ Objectif de la revue

L'objectif est de démontrer la conformité de la fonction « Recirculation RIS-EAS » du palier CPO Bugey, dans le cadre du 4^{ème} RP 900, avec en particulier l'analyse des thématiques suivantes :

- Thématique 1 : colmatage et Terme Source Débris (TSD) ;
- Thématique 2 : présence de poches d'air dans les tuyauteries RIS et EAS et analyse du risque de cavitation des pompes RIS et EAS ;
- Thématique 3 : complément de revue de la fonction « Recirculation RIS-EAS » sur l'aspect conformité, intégrant notamment des analyses relatives aux fonctions support à la fonction « Recirculation RIS-EAS », au retour d'expérience d'exploitation, aux éventuels écarts de conception et à la complétude des Essais Périodiques.

❖ Résultats de la revue

L'ensemble des analyses réalisées dans le cadre de cette revue ont conclu à la conformité de la fonction « Recirculation RIS-EAS » sur le palier CPO Bugey.

En particulier :

- Les analyses menées en profondeur sur le thème « colmatage des filtres puisards » permettent de démontrer avec un très bon niveau de confiance l'absence de risque de colmatage et l'efficacité des filtres puisards ;
- Un bilan complet, mené sur la base d'hypothèses conservatives, a permis de conclure avec un très bon niveau de confiance à l'absence de risque de perte de la fonction « Recirculation RIS-EAS » par cavitation ou par passage d'air résiduel dans les pompes RIS et EAS ;
- Concernant les compléments de revue sur l'aspect conformité, les points suivants sont à noter :
 - La démonstration de la complétude du programme d'Essais Périodiques sur les systèmes RIS et EAS intervenant dans la fonction « Recirculation RIS-EAS » a été apportée ;

- EDF s'est attachée à identifier de manière exhaustive les systèmes et équipements supports de premier niveau mis en jeu dans la fonction « Recirculation RIS-EAS » et à démontrer leur conformité vis-à-vis de leurs exigences et de leur suivi en exploitation ;
- Sur la base de la liste complète des équipements identifiés, une analyse de l'ensemble des éléments de retour d'expérience susceptibles d'affecter directement ou indirectement la fonction « Recirculation RIS-EAS » a permis de conclure à l'absence d'écart latent. Par ailleurs, un bilan des écarts en lien avec la fonction « Recirculation RIS-EAS » a été réalisé, incluant une analyse des conséquences liées au cumul d'écart, et n'a pas mis en évidence le besoin d'accélérer le traitement des écarts en cours de résorption ;
- Tous les événements, y compris les événements ayant pour cause une défaillance organisationnelle ou une erreur humaine, ont été analysés dans le cadre de cette revue. Sur ce dernier point, il est à noter que les facteurs organisationnels et humains ont, la plupart du temps, et lorsqu'ils sont utilisés à bon escient et rigoureusement, des effets positifs sur l'installation. C'est le cas notamment des pratiques de fiabilisation, ou encore des analyses de risques, qui participent à sécuriser les interventions ;
- Enfin, les analyses menées n'ont pas mis en évidence de besoin d'actions complémentaires dans le cadre du 4^{ème} RP 900 au titre de l'Examen de Conformité de Tranche (ECOT), du Programme d'Investigation Complémentaire (PIC) ou encore des Essais Décennaux (ED).

4.2.2.2 Instruction des résultats de la revue dans le cadre du Groupe Permanent consacré aux études d'accidents du 4^{ème} RP 900

Les conclusions de la revue des deux thèmes relatifs au colmatage des filtres puisards et au risque de perte de la recirculation par cavitation dans les pompes RIS et EAS ont fait l'objet d'une instruction dans le cadre du Groupe Permanent consacré aux études d'accidents du 4^{ème} RP 900. A la suite de cette instruction, EDF s'est ainsi engagée à fournir des éléments de justification complémentaires, par la réalisation d'un plan d'actions visant notamment à :

- approfondir la justification des hypothèses d'étude valorisées dans le dossier,
- mettre en évidence les différentes marges d'étude du dossier,
- consolider la marge vis-à-vis de la valeur minimale de pression (NPSH) nécessaire à l'aspiration des pompes ISBP et EAS,
- démontrer la bonne capacité à refroidir les assemblages de combustible.

L'ASN a attiré l'attention d'EDF sur le fait que, compte-tenu de la complexité des phénomènes, de l'état des pratiques internationales, et du caractère incertain des conclusions qui pourraient être tirées des actions engagées par EDF, des modifications matérielles devaient être recherchées et étudiées en vue de réduire significativement les risques de dysfonctionnement de la fonction recirculation. EDF a répondu suivant les 2 volets :

- Amélioration de la compréhension physique des phénomènes :
 - Le Terme Source de Débris en amont des filtres (TSD) à considérer au 4^{ème} RP 900 pour la qualification des filtres a été mis à jour, en retenant des marges significatives sur plusieurs postes, aussi bien pour la quantité de débris fibreux que pour la quantité totale de débris particuliers ;

- La marge en NPSH des pompes ISBP et EAS sur le Palier CPO Bugey est suffisante pour garantir leur fonctionnement en recirculation :
 - Pour les pompes ISBP, la réalisation d'un essai de cavitation avancée a démontré le fonctionnement sans dégradation de ces pompes à un déficit de NPSH de - 2,40 mCE pendant 2 heures. En application de la prescription [CONF-C-IV] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, EDF a vérifié que, dans les situations de fonctionnement les plus pénalisantes, les pompes ISBP des réacteurs du Bugey sont qualifiées pour fonctionner en recirculation, y compris lorsque la pressurisation de l'enceinte de confinement n'est pas valorisée. Le risque de perte d'une pompe ISBP par cavitation lors du passage en recirculation est exclu.
 - Pour les pompes EAS, des évaluations de l'impact bénéfique de la pressurisation de l'enceinte lors d'un transitoire de type Accident de Perte de Réfrigérant Primaire (APRP) ont été réalisées. Ces évaluations permettent de démontrer que les pompes EAS de Bugey bénéficient d'une marge au NSPH substantiellement positive, nettement supérieure à 0,50 mCE, lors du passage en recirculation.
 - En application de la prescription [CONF-C-IV] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, EDF a vérifié, par des essais sur une pompe représentative, la capacité des pompes du système d'aspersion de l'enceinte (EAS) des réacteurs de la centrale nucléaire du Bugey à assurer leurs fonctions dans les situations de cavitation susceptibles de survenir. Les conditions d'essais retenues permettent de démontrer la capacité de ces pompes à assurer leur fonction avec et sans valorisation de la pression dans l'enceinte de confinement résultant d'un accident de perte de réfrigérant primaire.
- Vis-à-vis de la capacité à refroidir les assemblages de combustible en recirculation suite à un APRP, les résultats des essais intégraux disponibles fin 2020 présentent des marges importantes (facteur 4 minimum) vis-à-vis du critère en l'absence de calorifuge de type Microtherm® dans le TSD aval et une limitation de la quantité du calorifuge de type PROTECT1000S.
- Les essais de filtres et de combustible ne montrent pas d'effet chimique significatif en l'absence de calorifuge de type Microtherm® et une limitation de la quantité du calorifuge de type PROTECT1000S.
- A l'issue de ces analyses, les modifications suivantes ont été retenues pour garantir les hypothèses d'études et d'essais :
 - EDF achève le remplacement des calorifuges microporeux de type « Microtherm® » du bâtiment du réacteur (PNRL0946) ;
 - EDF remplace le calorifuge fibreux de type « Protect 1000S » de l'ensemble des lignes auxiliaires du bâtiment du réacteur dont le diamètre est supérieur ou égal à 50 mm (PNRL0947) ;
 - EDF vérifie que les conditions de température restent compatibles avec le fonctionnement des matériels nécessaires à la sûreté de l'installation en situation normale, incidentelle ou accidentelle et met en œuvre les éventuelles modifications nécessaires.

Ces modifications et vérifications répondent à la prescription [CONF-C-III] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900.

- En complément, dans une démarche de réduction du risque, les modifications suivantes ont été retenues :
 - EDF met en œuvre des cerclages de sécurité sur les calorifuges des tuyauteries reliant les accumulateurs de l'injection de sécurité au circuit principal, ainsi que sur la ligne d'expansion du pressuriseur (PNRL0954). Cette modification répond à la prescription [CONF-C-I] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900.
 - EDF remplace les calorifuges fibreux installés sur les tuyauteries primaires et les fonds primaires des générateurs de vapeur qui sont susceptibles de libérer des fibres en cas de brèche en pied de générateur de vapeur (PNPE0342). EDF vérifie que les conditions de température restent compatibles avec le fonctionnement des matériels nécessaires à la sûreté de l'installation en situation normale, incidentelle ou accidentelle et met en œuvre les éventuelles modifications nécessaires. Cette modification et ces vérifications répondent à la prescription [CONF-C-II] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900.

En application de la prescription [CONF-C-V] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, au plus tard le 31 décembre 2024, EDF mettra à jour sa démonstration de la fiabilité de la fonction de recirculation de l'eau présente en fond du bâtiment du réacteur après un accident de perte de réfrigérant primaire. Cette mise à jour intégrera les enseignements d'essais de filtration réalisés dans des conditions représentatives des installations et de la situation d'accident.

4.2.2.3 Conclusion

Les travaux menés sur le palier CPO Bugey dans le cadre de la revue de fonction « Recirculation RIS-EAS » et des actions de suite du GPO 4^{ème} RP 900 ont permis de démontrer, avec un très bon niveau de confiance, la présence de marges de sûreté et le bon fonctionnement des systèmes et équipements participant directement et indirectement à la fonction.

En complément, en réponse aux prescriptions émises par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900 :

- EDF a vérifié, par des essais sur une pompe représentative, la capacité des pompes du système d'aspersion de l'enceinte (EAS) des réacteurs de la centrale nucléaire du Bugey à assurer leurs fonctions dans les situations de cavitation susceptibles de survenir.
- EDF mettra à jour sa démonstration de la fiabilité de la fonction de recirculation de l'eau présente en fond du bâtiment du réacteur après un accident de perte de réfrigérant primaire. Cette mise à jour intégrera les enseignements d'essais de filtration réalisés dans des conditions représentatives des installations et de la situation d'accident.
- EDF mettra en œuvre des modifications permettant de garantir les hypothèses associées aux études de conformité de la fonction recirculation (suppression totale du calorifuge de type Microtherm® et limitation de la quantité de calorifuge de type Protect 1000S).

Par ailleurs, dans une démarche de réduction du risque, EDF remplacera des calorifuges fibreux en pied de Générateurs de Vapeur par des calorifuges métalliques (RMI) et mettra en œuvre des cerclages de sécurité sur les calorifuges de certaines tuyauteries.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNRL0954 « Mise en œuvre des cerclages de sécurité sur les calorifuges des tuyauteries reliant les accumulateurs de l'injection de sécurité au circuit principal, ainsi que sur la ligne d'expansion du pressuriseur » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche 3 du CNPE du Bugey prévue au plus tard fin 2025.

La modification PNPE0342 « Remplacement par des calorifuges métalliques des calorifuges fibreux installés sur les tuyauteries primaires et les fonds primaires des générateurs de vapeur qui sont susceptibles de libérer des fibres en cas de brèche en pied de générateur de vapeur » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche 3 du CNPE du Bugey prévue au plus tard en fin 2027.

La modification PNRL0946 « Remplacement des calorifuges microporeux de type « Microtherm® » du bâtiment du réacteur, installés sur le circuit primaire principal dans la zone du puits de cuve et de ses traversées » ne sera pas déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey car les investigations conduites *in situ* ont confirmé l'absence de ce type de calorifuges sur les installations du CNPE.

La modification PNRL0947 « Remplacement des calorifuges fibreux de type « Protect 1000S », pour les lignes auxiliaires de diamètre cinquante millimètres ou plus et susceptibles de libérer des fibres en cas de brèche sur le circuit primaire principal », sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche 3 du CNPE du Bugey prévue au plus tard fin 2027.

4.2.3. Plan d'actions ventilation (PAV)

Partie générique Palier

❖ Contexte

En décembre 2007, faisant suite au GP REX 2003-2005, l'ASN a fait la demande suivante :

« Afin de garantir que les débits de ventilation requis au titre du confinement dynamique et du conditionnement de l'air des locaux contenant des EIPS soient respectés, l'ASN vous demande de réaliser un nouveau « point zéro » en programmant au plus tôt sur l'ensemble des réacteurs en exploitation :

- *des campagnes de contrôle de position et de blocage des registres d'équilibrage des réseaux de ventilation ;*
- *des campagnes de mesures des débits de ventilation, à l'instar de ce qui a été réalisé sur les deux réacteurs de la centrale nucléaire de Chooz en 2005 ».*

EDF a mis en œuvre un Plan d'Actions Ventilation (PAV), tous Paliers, ayant pour objectifs de réaliser un diagnostic, une remise en état et un réglage des systèmes de ventilation dont le débit est valorisé dans les études de sûreté Grands Chauds, Grand Froid ou Explosion Interne, et qui n'est pas déjà contrôlé par un essai périodique RGE IX.

Suite au GP Orientations du 4^{ème} RP 900, le déploiement du PAV pour le Palier CP0 Bugey est réalisé dans le cadre du 4^{ème} réexamen périodique.

L'objectif est de garantir la conformité des systèmes de ventilation en termes de performance par rapport aux exigences issues des référentiels Grands Chauds, Grand Froid et Explosion Interne, sans régression vis-à-vis du confinement dynamique.

❖ Méthodologie

L'objectif principal est de caractériser les performances réelles des systèmes de ventilation et de les comparer aux débits requis de sûreté calculés dans le cadre des études Grands Chauds, Grand Froid, et Explosion Interne. La valeur du débit de ventilation retenue au titre des essais de performance tiendra compte des débits requis pour les systèmes de ventilation permettant de satisfaire les exigences de la démonstration de sûreté pour les référentiels Grands Chauds, Grand Froid et Explosion Interne.

La démarche des études de vérification des performances des systèmes de ventilation est organisée en quatre phases :

- ❖ établissement des débits requis de sûreté,
- ❖ réalisation des essais de performance sur une tranche pilote,
- ❖ analyse des évolutions induites par comparaison des débits mesurés aux débits requis de sûreté,
- ❖ généralisation à l'ensemble des tranches des paliers de la reprise des réglages des systèmes concernés par les nouveaux requis de sûreté.

❖ Résultats des études

Etablissement des débits requis de sûreté

Faisant suite à l'analyse des exigences de sûreté des systèmes de ventilation, les débits requis de sûreté sont les débits les plus pénalisants issus soit des modèles thermiques Grands Chauds, soit des modèles thermiques Grand Froid, soit des études concernant l'Explosion Interne. A l'issue de cette première étape, EDF dispose des débits requis et des conditions de fonctionnement des ventilations associées.

Essais de performance sur tranche pilote

Les essais de performance des ventilations sont réalisés sur une tranche pilote. Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, ces essais ont été réalisés sur la paire de tranches 2/3 du CNPE du Bugey pour le palier CP0 Bugey.

Les essais sont réalisés en deux lots :

- Lot 1 : expertise mécanique visuelle, nettoyage et remise en état des systèmes de ventilation ;
- Lot 2 : réglages, au plus proche des débits nominaux, avec les organes à disposition.

Les systèmes de ventilation de l'îlot nucléaire et de l'îlot conventionnel présentant un requis vis-à-vis des référentiels Grands Chauds, Grand Froid et Explosion Interne ont fait l'objet de mesures de débits.

Comparaison entre débits mesurés et débits requis

La comparaison entre les débits requis et les débits mesurés a été effectuée. Cette dernière étape a permis d'assurer le réglage de tous les systèmes présentant un requis vis-à-vis des référentiels Grands Chauds, Grand Froid et Explosion Interne.

❖ Conclusion du PAV

Chacun des systèmes du périmètre fait l'objet d'une phase de diagnostic, pouvant conduire à quelques actions de nettoyage ou de remise en état pour optimiser les performances, puis d'une phase de reprise de l'équilibrage des réseaux de ventilation si nécessaire sur tous les systèmes présentant un requis vis-à-vis des référentiels Grands Chauds, Grand Froid et Explosion Interne. Le maintien des réglages associés aux requis de sûreté est ensuite assuré par la mise en place de dispositions d'exploitation spécifiques.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les activités de diagnostic et de remise en état ont été réalisées entre 2021 et 2023 sur la tranche 3 de Bugey. Le solde des activités de réglage sera réalisé au cours de l'arrêt pour visite décennale de la tranche 3 actuellement en cours.

4.2.4. Revues complémentaires des systèmes

Partie générique Palier

❖ Contexte

La conception initiale des réacteurs est basée sur une démarche de dimensionnement de systèmes de sauvegarde vis-à-vis de situations incidentelles et accidentelles de la chaudière (accidents de dimensionnement de catégories 1 à 4) qui a été progressivement étendue au domaine complémentaire puis aux accidents avec fusion du cœur et aux agressions. Ceci a amené EDF à réexaminer les études de conception des systèmes pour s'assurer de leur cohérence avec les données et hypothèses considérées dans la démonstration de sûreté.

Une démarche complémentaire de sélection des systèmes élémentaires devant faire l'objet d'une revue de conception a été définie par EDF. Cette démarche privilégie un raisonnement de sûreté pragmatique et a été conduite selon trois faisceaux d'analyses :

- L'identification des systèmes importants vis-à-vis du risque de fusion du cœur ;
- Les études de conception non examinées depuis la mise en service du Parc nucléaire ;
- Les systèmes dont le retour d'expérience est défavorable.

Les systèmes retenus au titre de ce premier faisceau d'analyse sont ceux qui contribuent directement au refroidissement de sauvegarde du cœur du réacteur, à savoir les circuits RIS, EAS et ASG. Ce périmètre a été complété par les systèmes contribuant au refroidissement du réacteur à l'arrêt et au refroidissement intermédiaire à savoir les systèmes RRA et RRI, ainsi qu'avec le système PTR au titre de sa contribution au refroidissement de la piscine combustible.

Les deux autres faisceaux d'analyse ont fait émerger les systèmes relatifs aux sources électriques et aux ventilations en tenant compte notamment, des données de fiabilité des matériels, des ESS de conception et de la démarche « *précurseurs* » des EPS.

Par ailleurs, les circuits relevant de la Source Froide du palier CP0 Bugey n'ont pas fait l'objet de vérification récente et complète, ce qui a conduit EDF à retenir les circuits SEB Noria et EAS eau brute, SEC et SEB dans le périmètre des revues du site de Bugey.

❖ Objectif

Les objectifs de ces revues sont de vérifier :

- l'adéquation des requis fonctionnels de sûreté issus de la démonstration de sûreté du 4^{ème} RP 900 avec leur déclinaison dans le Chapitre IX des Règles Générales d'Exploitation (RGE),
- l'adéquation des exigences définies de conception de la démonstration de sûreté du 4^{ème} RP 900 avec les exigences spécifiées dans la liste des EIPS :
 - o classement mécanique et électrique,
 - o secours électrique,
 - o tenue sismique,
 - o qualification à l'ambiance dégradée et au cas de chargement Accident avec fusion du cœur.

Pour ce faire, dans un premier temps, l'inventaire des requis fonctionnels de sûreté et des exigences définies de conception issues de la démonstration de sûreté applicable à la Tranche Tête de Série de Bugey 2 est réalisé. Dans un second temps, la cohérence entre ces exigences et leur déclinaison dans le chapitre IX des Règles Générales d'Exploitation (RGE) ainsi que dans la liste des EIPS est vérifiée.

❖ Réponse

L'ensemble des analyses réalisées dans le cadre de ces revues a permis de conclure à :

- l'adéquation du programme d'essais périodiques avec les requis fonctionnels de sûreté des systèmes revus à l'état 4^{ème} RP.
- l'adéquation des exigences définies de conception avec la liste des EIPS du 4^{ème} RP 900.

Ces analyses ont conduit EDF à réaliser les actions suivantes :

- Mise à jour du Rapport De Sûreté (RDS) afin de décrire plus précisément les exigences définies de performance ou de conception afférentes aux systèmes revus ;
- Mise en cohérence des Spécifications Techniques d'Exploitation (STE) et de l'installation avec les exigences définies afférentes à la réalimentation de la bache ASG par SER pompage (PNRL0901 et PNPP0397) ;
- Mise en cohérence des Règles Générales d'Exploitation (RGE) avec les exigences définies afférentes aux systèmes revus. En particulier, EDF a mis à jour certaines procédures accidentelles afin de justifier l'existence de limites de classe (classement distinct de deux portions de tuyauteries en interface). Les analyses conduisent également à modifier les RGE associées au système PTR afin de prendre en compte les vidanges de la piscine combustible initiées côté BR avec ses parades associées « Isolement du tube de transfert » (PNRL0895) et « Isolement des lignes de filtration de la piscine BR » (PNRL0895 et PNPP0780) ;
- Justifications complémentaires relatives aux limites de classe, notamment entre des portions sismiques et non sismiques accompagnées le cas échéant, de vérifications *in situ* de la conformité de ces interfaces à leurs exigences définies de conception applicables au 4^{ème} RP 900 ;
- Résorption de deux écarts de conformité : « Risque de non-tenue de matériels du système SEB en cas de séisme ou de transitoire particulier dans l'enceinte des réacteurs » (PNPE0294) et « Tenue sismique des coffrets PTR001 et 003CR de Bugey » (PNRL0916).

❖ Conclusion

Les travaux menés dans le cadre des revues de conformité en réponse à la demande CONF n°4 permettent de disposer d'un référentiel de conception conforme aux exigences définies dans le 4^{ème} RP 900.

Ces travaux ont permis, pour les systèmes de son périmètre, de :

- vérifier la cohérence du Programme d'Essais Périodiques avec les requis fonctionnels de sûreté du référentiel du 4^{ème} RP 900,
- vérifier la conformité des exigences définies des EIPS du palier CP0 Bugey au référentiel du 4^{ème} RP 900,
- proposer le cas échéant des évolutions du référentiel des exigences définies 4^{ème} RP 900 en mettant en cohérence les Règles Générales d'Exploitation associées,
- détecter et résorber deux écarts de conformité spécifiques au site de Bugey.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPE0294 « Résorption écart de conformité SEB NORIA »,
- PNRL0901 « Recalage des seuils Niveau Très Bas (NTB) des bâches ETSU (SER) »,
- PNRL0916 « Remplacement des coffrets PTR 001 et 003 CR »,
- PNPP0397 « Création de l'alarme H1 de site et modification du seuil de l'alarme H1 de tranche »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. Les impacts documentaires de ces modifications ont été pris en compte.

Les modifications :

- PNPP0780 « Automatisation de vannes de vidange piscine BR »,
- PNRL0895 « Fiabilisation de la commande de la vanne du tube de transfert pour fermeture sous débit »,

sont en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900. Les impacts documentaires de ces modifications seront également pris en compte.

4.3. CONCLUSION

En complément des revues déjà réalisées au 4^{ème} RP 900 (sources électriques, fonction recirculation RIS-EAS, Plan d'Action Ventilation), EDF a développé une méthode d'identification des systèmes principaux relatifs à la sûreté devant faire l'objet d'une revue.

La liste ainsi établie comporte les systèmes liés au refroidissement et à la sauvegarde du cœur, complétée de systèmes supports importants.

Les revues ont été menées et les actions issues de ces revues ont été déclinées sur le réacteur n° 3 du CNPE du Bugey. Il reste à décliner quelques actions issues de la revue « recirculation RIS-EAS » qui sont encadrées par des prescriptions émises par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} réexamen périodique 900 MWe.

CHAPITRE 2 : REEVALUATION

SOMMAIRE DU CHAPITRE 2

SECTION 1 :	ACCIDENTS SANS FUSION DU COEUR
SECTION 2 :	AGRESSIONS
SECTION 3 :	PISCINE COMBUSTIBLE
SECTION 4 :	ACCIDENTS AVEC FUSION DU COEUR
SECTION 5 :	MAITRISE DES RISQUES CONVENTIONNELS
SECTION 6 :	ETUDES TRANSVERSES
SECTION 7 :	CONTRIBUTION DU NOYAU DUR AUX OBJECTIFS DU REEXAMEN

SECTION 1 : ACCIDENTS SANS FUSION DU COEUR

1.	ACCIDENTS SANS FUSION DU COEUR	65
1.1.	OBJECTIFS.....	65
1.2.	REPONSE AUX OBJECTIFS.....	66
1.2.1.	RESPECTER LES CRITERES DE SURETE DES ETUDES D'ACCIDENTS EN INTEGRANT LES EVOLUTIONS DE CONNAISSANCE	66
1.2.1.1.	ETUDES DU DOMAINE DE DIMENSIONNEMENT.....	67
1.2.1.2.	ETUDES DU DOMAINE COMPLEMENTAIRE	72
1.2.1.3.	ETUDES ADDITIONNELLES.....	76
1.2.1.4.	ETUDES PROBABILISTES DE SURETE (EPS) DES EVENEMENTS INTERNES « CHAUDIERE » DE NIVEAU 1	81
1.2.2.	TENDRE VERS DES NIVEAUX DE CONSEQUENCES RADIOLOGIQUES NE NECESSITANT PAS DE CONTRE-MESURES POUR LA POPULATION	84
1.2.2.1.	REEVALUER LES CONSEQUENCES RADIOLOGIQUES « CHAUDIERE »	85
1.2.2.2.	REEVALUER LA PERFORMANCE DU CONFINEMENT	87
1.2.2.3.	REEVALUER LES CONSEQUENCES RADIOLOGIQUES « HORS CHAUDIERE ».....	93
1.3.	CONCLUSION	95

1. ACCIDENTS SANS FUSION DU COEUR

1.1. OBJECTIFS

L'objectif général de sûreté nucléaire est de protéger la population et son environnement en établissant et en maintenant dans les centrales nucléaires une défense en profondeur efficace contre les risques radiologiques et non radiologiques.

Dans la démonstration de sûreté, les incidents et accidents de dimensionnement, ainsi que les accidents du Domaine Complémentaire et les agressions font l'objet d'analyses de leurs conséquences radiologiques afin de s'assurer que les relâchements de produits radioactifs dans l'environnement consécutifs à ces situations ont, compte tenu des dispositions de conception et d'exploitation, des conséquences limitées pour les personnes du public et l'environnement. Au-delà de ces situations, les scénarios d'accidents avec fusion du cœur, de probabilité très faible, sont également étudiés.

Ce chapitre traite des accidents sans fusion du cœur liés aux incidents et accidents sur la chaudière, des domaines de dimensionnement et complémentaire.

Objectif n° 1 : Respecter les critères de sûreté des études d'accidents en intégrant les évolutions de connaissance

A l'occasion du 4^{ème} RP 900, la mise à jour de l'ensemble des études d'accidents est réalisée dans l'objectif de vérifier le respect des critères de sûreté en prenant en compte l'état des connaissances et des pratiques.

A cette fin, EDF a mené plusieurs types d'études :

- les études des scénarios de dimensionnement initial de la chaudière (Domaine de Dimensionnement),
- les études des scénarios complémentaires au dimensionnement (Domaine Complémentaire),
- des études additionnelles résultant de justifications particulières sur des scénarios spécifiques supplémentaires, de demandes ASN (exercice de transposition EPR de Flamanville 3 sur le Palier 900 MWe) ou d'études étayant les hypothèses retenues pour la démonstration de sûreté,
- des études probabilistes de sûreté du risque de fusion du cœur et des rejets radiologiques permettant d'identifier des dispositions complémentaires à celles résultant du dimensionnement initial des réacteurs.

Objectif n° 2 : Tendrer vers des niveaux de conséquences radiologiques ne nécessitant pas la mise en œuvre de contre-mesure pour la population

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, EDF s'est fixée pour objectif de tendre vers des conséquences radiologiques accidentelles de l'ordre des seuils de mise en œuvre de mesures de protection de la population définis par l'arrêté du 20 novembre 2009 portant homologation de la décision n° 2009-DC-0153 de l'ASN du 18 août 2009 relative aux niveaux d'intervention en situation d'urgence radiologique, dont les valeurs sont rappelées ci-dessous :

- une dose efficace de 10 mSv pour la mise à l'abri,
- une dose efficace de 50 mSv pour l'évacuation,
- une dose équivalente à la thyroïde de 50 mSv pour l'administration d'iode stable.

A cette fin, le 4^{ème} RP 900 réévalue :

- les conséquences radiologiques des accidents liés à la chaudière,
- la performance du confinement,
- les conséquences radiologiques des accidents « hors chaudière ».

1.2. REPONSE AUX OBJECTIFS

1.2.1. RESPECTER LES CRITERES DE SURETE DES ETUDES D'ACCIDENTS EN INTEGRANT LES EVOLUTIONS DE CONNAISSANCE

Au 4^{ème} RP 900, toutes les études de sûreté des situations incidentelles, accidentelles et complémentaires ont été reprises avec un corps d'hypothèses correspondant :

- au cœur et au combustible,
- au fonctionnement des tranches,
- à l'évolution des exigences de sûreté,
- à la prise en compte des anomalies d'études impactant les études du réexamen précédent.

Les méthodes d'études ont, par ailleurs, pu faire l'objet d'évolution depuis le 3^{ème} RP 900 :

- soit pour intégrer des évolutions de l'état de l'art,
- soit pour bénéficier des nouvelles méthodologies développées sur l'EPR Flamanville 3 lorsque la pertinence vis-à-vis du Palier CPO Bugey était avérée,
- soit pour permettre de restaurer des marges aux critères de sûreté.

En réponse à une demande de l'ASN, tous les correctifs d'études concernant le 3^{ème} RP 900 ont été pris en compte et ont fait l'objet d'une information à l'ASN.

1.2.1.1. Etudes du Domaine de Dimensionnement

Partie générique Palier

❖ Contexte et objets des études

La protection de l'homme et de l'environnement contre les conséquences radiologiques, s'il y en a, des accidents pris en compte dans la conception de la centrale, même ceux de très faible probabilité, repose sur l'interposition en série de barrières de confinement qui sont, dans l'ordre :

- le gainage du combustible (1^{ère} barrière) ;
- le circuit principal de refroidissement du réacteur (2^{ème} barrière) ;
- l'enceinte de confinement (3^{ème} barrière), et ses extensions.

A chaque catégorie de fonctionnement (catégories 2, 3 et 4 suivant la probabilité d'occurrence) sont affectés des objectifs relatifs à l'intégrité des trois barrières. Ces objectifs sont gradués, de telle sorte qu'aux conditions de fonctionnement les plus probables correspondent les exigences les plus sévères.

Avec l'intégrité des barrières, s'ajoutent les exigences suivantes :

- la non-dégradation d'une condition de fonctionnement vers une condition plus sévère,
- la conduite et le maintien de l'installation vers un état sûr où les trois fonctions fondamentales de sûreté sont garanties durablement : la maîtrise de la réactivité (sous-criticité du cœur), l'évacuation de la puissance résiduelle et le confinement des substances radioactives.

Ainsi, pour les transitoires incidentels et accidentels étudiés au titre du Domaine de Dimensionnement (catégories de fonctionnement 2, 3 et 4), l'objectif est de démontrer avec les évolutions d'hypothèses associées au 4^{ème} RP 900 :

- le respect des principes de sûreté,
- le respect des critères de sûreté associés aux phénomènes physiques limitatifs permettant de garantir l'atteinte des objectifs généraux définis sur les trois barrières de confinement,
- l'atteinte et le maintien d'un état sûr.

❖ Synthèse des études

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, l'ensemble des études du Domaine de Dimensionnement a été mis à jour :

- Retrait incontrôlé des groupes de régulation au démarrage,
- Retrait incontrôlé des groupes de régulation en puissance,
- Capacité de puissance de classe 2 qui vise à vérifier le bon dimensionnement des protections du réacteur,
- Mauvais positionnement, chute de grappe ou d'un groupe de grappes,
- Dilution incontrôlée d'acide borique,
- Perte partielle du débit primaire,
- Perte totale de charge et/ou déclenchement de la turbine,
- Perte de l'eau alimentaire normale des GV,
- Mauvais fonctionnement de l'eau alimentaire normale,
- Perte totale des alimentations électriques externes,
- Augmentation excessive de charge,

- Dépressurisation momentanée du circuit primaire,
- Ouverture intempestive d'une soupape secondaire (OISS),
- Démarrage intempestif du système d'injection de sécurité,
- Accident de Perte de Réfrigérant Primaire (APRP) dû à une petite brèche de diamètre inférieur ou égal à 2,5 cm,
- Réduction forcée du débit primaire,
- Retrait d'une Grappe de régulation en Puissance (R1GP),
- Petite brèche sur tuyauterie secondaire,
- Ouverture intempestive d'une soupape de sûreté du pressuriseur,
- Rupture d'un Tube de Générateur de Vapeur (RTGV) de 3^{ème} catégorie,
- Rupture importante d'une Tuyauterie Vapeur (RTV) de 4^{ème} catégorie,
- Rupture importante d'une tuyauterie d'eau alimentaire,
- Rotor bloqué d'une motopompe primaire,
- RTGV de 4^{ème} catégorie (Rupture d'un Tube de Générateur de Vapeur cumulée avec une soupape secondaire bloquée ouverte),
- Ejection d'une grappe de commande (EDG),
- Mauvais positionnement d'un assemblage de combustible dans le cœur,
- Accident de manutention du combustible,
- Accident de manutention du conteneur de combustible irradié,
- APRP Brèche intermédiaire (APRP BI) de 4^{ème} catégorie.

Les études sont réalisées selon des méthodes éprouvées : soit reconduites du 3^{ème} RP 900, soit d'ores et déjà utilisées sur EPR Flamanville 3 ou sur les autres types de réacteur du Parc. L'utilisation de méthodes 3D, à laquelle on recourt plus souvent en RP4 900, permet, grâce à des calculs tridimensionnels, de mieux représenter la physique des phénomènes en jeu dans les études d'accident, tout en conservant un niveau de pénalisation équivalent. Un changement notable concerne également la corrélation de flux critique dont l'évolution permet de mieux caractériser le comportement du combustible vis-à-vis du phénomène physique de crise d'ébullition. Enfin, une hypothèse structurante concerne la prise en compte dans les études de l'impact de la déformation des assemblages. Sous l'effet cumulé des contraintes hydrauliques et mécaniques, de l'irradiation et de la température, les assemblages de combustible se déforment latéralement. Ce phénomène se traduit par des élargissements de lames d'eau présentes entre les assemblages dont les impacts neutroniques et thermohydrauliques sur les études du Domaine de Dimensionnement sont évalués et intégrés au bilan des marges final du 4^{ème} RP 900.

Les principales évolutions issues du corps d'hypothèses du 4^{ème} RP 900 sont les suivantes :

- Au titre de la résorption d'anomalies d'études :
 - Augmentation du débit des vannes réglantes VCD-a (PNPE0141) : cette modification participe à la résorption de l'anomalie d'étude « *Incomplétude de la méthode de calcul de la consommation d'eau ASG par bilan d'enthalpie* » qui impacte l'aspect consommation ASG des phases C des études (la phase C des études est comprise entre l'instant de la première action manuelle et l'atteinte de l'état sûr) ;
 - Réalimentation de la bêche ASG par le circuit d'eau incendie JP (PNPP0864 tomes A et B) : cette modification participe à la résorption de l'anomalie d'étude « *Incomplétude de la méthode de calcul de la consommation d'eau ASG par bilan d'enthalpie* » qui impacte l'aspect consommation ASG des phases C des études ;
 - Installation d'un boremètre sur la décharge RCV (PNPP0797) : cette modification permet de résorber l'anomalie CNS dans les études de dilution en API/APR et est également valorisée dans l'étude de dilution en AN/RRA pompes primaires à l'arrêt.
- Au titre du 4^{ème} RP 900 (modifications issues d'autres thèmes du réexamen et prises en compte dans les études du Domaine de Dimensionnement) :
 - Remplacement des têtes de soupapes SEBIM du pressuriseur sur les tranches CP0 à l'état VD4 (PNPP0595) : cette modification vise à augmenter la capacité de décharge des têtes de soupapes du pressuriseur en eau à basse pression ;
 - Généralisation des grappes absorbantes en hafnium dans le référentiel associé au 4^{ème} RP 900 : cette modification est une donnée d'entrée pour les études d'accidents. Elle a pour objectif de limiter la fluence cuve (voir Volet III, section 1, § 1.2.2.1) ;
 - Fiabilisation du système RRI : afin de consolider la fiabilité du système RRI en cas de séisme, les actions manuelles d'isolement du tronçon commun non sismique ont été automatisées ou bien rendues inutiles par l'ajout d'un clapet anti-retour (PNPE0256).

Au bilan, dans le cadre du 4^{ème} RP 900, EDF met en œuvre les modifications suivantes pour répondre aux objectifs associés aux études du Domaine de Dimensionnement :

- Evolution Système SIP-Protection (PNPP0873) : cette modification permet d'ajuster les protections ΔT_{te} et ΔT_{sp} dimensionnées par les études de capacité de puissance de classe 2 ainsi que le seuil BPVA modifié par l'étude de RTV 100%Pn ;
- Augmentation de la concentration de bore des bâches PTR et REA Bore et du volume REA Bore requis (PNPE0159) : cette modification est issue des études de contrôle de la réactivité dans les états d'arrêt ;
- Abaissement de la pression de remplissage des crayons UO2 des assemblages de combustible neuf : cette modification permet d'assurer une marge plus confortable vis-à-vis des phénomènes combustibles liés à l'étude d'APRP BI ;
- Modification des fiches d'alarme valorisées dans l'étude du transitoire de dilution incontrôlée d'acide borique, réacteur en puissance, et modification des procédures de conduite incidentelle/accidentelle appliquées suite à l'Arrêt Manuel Réacteur demandé par ces fiches d'alarme, de manière à isoler définitivement la source de dilution, puis assurer la borication du circuit primaire ;
- Restriction du domaine de pilotage en bord droit CP0 (PNPP0838) : cette modification permet de restreindre le domaine 2 CYCLADES à + 18 % PN en ΔI .

Sur le plan des études, les compléments suivants seront apportés en phase B :

- pour l'accident de R1GP, le cas avec Arrêt Automatique du Réacteur (AAR) tardif,
- pour l'accident d'EDG, le cas sans AAR par dphi/dt et l'application des critères définis dans le cadre du Groupe Permanent Réacteur « *critères de tenue du combustible* » de 2017,
- pour l'accident de RTV à 100 %Pn, le cas avec et sans cumul d'un Manque De Tension Externe (MDTE),
- pour le transitoire d'OISS, le cas de brèche interface de sollicitation de l'injection de sécurité,
- pour l'aspect déformation des assemblages, les éléments relatifs à la prise en compte des impacts neutronique et thermohydraulique.

Enfin, en application des prescriptions émises par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, EDF mène des compléments d'études sur les trois thématiques suivantes :

- En application de la prescription [Étude-A], EDF a évalué, pour les réacteurs de la centrale nucléaire du Bugey, le délai nécessaire à l'opérateur pour réaliser la première intervention pour arrêter la dilution lors des transitoires suivants :
 - dilution par rupture de tube de l'échangeur du circuit d'étanchéité des pompes primaires (CEPP) dans les états d'arrêt pour intervention (API) et d'arrêt pour rechargement (APR) ;
 - dilution par rupture de tube de l'échangeur non régénérateur (ENR) pour l'état d'arrêt normal « AN/RRA » avec les pompes primaires arrêtées.

Pour le premier scénario, la modification intellectuelle relative à la suppression de la boucle d'attente d'évacuation du bâtiment réacteur (BR) dans les consignes accidentelles (APE) permet de réduire significativement le délai d'action opérateur ; elle a donc été jugée pertinente pour la sûreté de l'installation. Avec la suppression de cette boucle d'attente, le délai évalué pour l'isolement de la source de dilution est du même ordre de grandeur que le délai conventionnel et reste inférieur au délai avant retour critique. Dans ces conditions, l'étude du Rapport de Sûreté s'avère globalement enveloppe et ne sera donc pas mise à jour avec un délai opérateur réévalué.

Pour le second scénario, le délai évalué est du même ordre de grandeur que le délai conventionnel et reste inférieur au délai avant retour critique, ainsi l'étude de référence dans la démonstration de sûreté n'est pas remise en cause.

- En application de la prescription [Étude-B], au plus tard le 31 décembre 2024, EDF évaluera, par une démarche expérimentale, la validité de la corrélation de flux critique utilisée en périphérie des assemblages déformés. À la même date, EDF définira le programme de travail à mener pour prendre en compte les enseignements de cette démarche expérimentale et le calendrier de travail associé. EDF a transmis à l'ASN en juin 2021 un programme détaillé des configurations d'essais à réaliser.
- En application de la prescription [Étude-D], EDF a réalisé des essais permettant de caractériser la limite de flambage des grilles des assemblages de combustible dans une configuration plus réaliste que sur le banc d'essais historique. Les résultats ont été exploités afin d'évaluer le comportement mécanique des assemblages en situation d'accident de perte de réfrigérant de quatrième catégorie cumulée avec un séisme survenant de manière concomitante. Cette évaluation ne remet pas en cause la capacité des refroidissements du cœur ou la maîtrise de sa réactivité par chute des grappes et conduit EDF à mettre à jour les rapports de sûreté concernés afin d'y intégrer les enseignements associés à échéance de la TTS du 4^{ème} réexamen périodique du palier 900 MWe

❖ Conclusion

En conclusion, toutes les études d'accidents du Domaine de Dimensionnement ont fait l'objet d'une reprise d'étude avec les hypothèses définies dans le cadre du référentiel du 4^{ème} RP 900. Le respect des critères de sûreté est assuré pour l'ensemble des études réalisées.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP0864 tome B « Amélioration des moyens de surveillance du niveau des bâches JP* » a été intégralement réalisée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. L'impact documentaire de cette modification a été pris en compte.

Les modifications :

- PNPE0141 « Augmentation du débit des vannes réglantes VCD-a »,
- PNPE0159 « Augmentation de la concentration de bore des bâches PTR et REA et du volume REA bore »,
- PNPE0256 « Fiabilisation du système RRI »,
- PNPP0595 « Remplacement des têtes de soupape SEBIM »,
- PNPP0838 « Restriction du domaine de pilotage en bord droit »,
- PNPP0864 tomes A « Réalimentation de la bâche du système d'Alimentation de secours des Générateurs de Vapeur ASG par les systèmes de protection incendie JP* »,
- PNPP0873 « Evolution du système d'instrumentation des processus SIP-P – re-paramétrage de seuils RPR »,
- Généralisation des grappes absorbantes en hafnium dans le référentiel associé au 4^{ème} RP 900,
- Fiches d'alarme dilution en puissance,

sont en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900. Les impacts documentaires de ces modifications seront également pris en compte.

La modification « Crayons UO2 à pression de remplissage abaissée à 16 bar » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec le chargement d'un premier tiers de cœur prévu sur la tranche 3 du CNPE du Bugey au cours de l'arrêt pour visite décennale actuellement en cours et une modification effective sur l'ensemble du cœur 2 arrêts plus tard.

La modification PNPP0797 « Installation d'un boremètre sur la décharge du système de contrôle chimique et volumétrique (RCV) », décidée en amont du 4^{ème} RP 900, a été déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey mais ne sera mise en exploitation qu'à l'issue d'études complémentaires actuellement en cours sur le palier 900 MW. Dans l'attente, les dispositions compensatoires déjà mises en œuvre à l'état VD3 sont reconduites à l'état VD4 et permettent d'assurer la maîtrise des transitoires incidentels de dilution homogène dans les états d'arrêt.

1.2.1.2. Etudes du Domaine Complémentaire

Partie générique Palier

❖ Contexte et objets des études

La vérification déterministe du dimensionnement initial d'une installation est complétée d'une vérification du niveau de sûreté sur la base des Etudes Probabilistes de Sûreté (EPS) qui permettent d'identifier des scénarios plausibles de défaillances multiples.

Le Domaine Complémentaire étudie des Conditions de Fonctionnement Complémentaires (CFC) aux conditions de fonctionnement de dimensionnement, dans une démarche de réduction du risque.

Ces CFC font appel à des Dispositions Complémentaires (DC), destinées à rendre acceptables les conséquences de tels cumuls de défaillances. L'étude thermohydraulique et/ou neutronique, adossée à une Condition de Fonctionnement Complémentaire, permet de démontrer l'efficacité de la Disposition Complémentaire vis-à-vis de la prévention de la fusion du cœur. Elle vérifie les critères d'acceptabilité des conditions de fonctionnement de dimensionnement de 4^{ème} catégorie ou de découplage.

❖ Synthèse des études

Le processus d'identification des dispositions complémentaires se décompose en trois étapes :

- Identification des dispositions complémentaires potentielles, c'est-à-dire les systèmes ou fonctions spécifiques utilisés dans l'EPS de niveau 1 ;
- Identification des séquences fonctionnelles associées aux dispositions potentielles : chaque disposition complémentaire potentielle est associée à un groupe de séquences élémentaires de l'EPS de niveau 1 (i.e. conduisant à la fusion du cœur) ;
- Détermination des dispositions complémentaires : cette étape consiste à déterminer les dispositions complémentaires qui permettent de réduire les risques significatifs. A cette fin, la fréquence de la séquence fonctionnelle sans la disposition complémentaire est comparée à la valeur probabiliste repère de quelques 10^{-7} / année.réacteur, définie en cohérence avec les cibles probabilistes :
 - Si la valeur repère est respectée sans la mise en œuvre de la disposition complémentaire potentielle, alors la nécessité de cette disposition dans la réduction du risque n'est pas démontrée ; dans ce cas, la disposition complémentaire potentielle n'est pas retenue ;
 - Si la valeur repère est dépassée sans la mise en œuvre de la disposition complémentaire potentielle, la nécessité de la disposition complémentaire peut être appréciée au cas par cas en fonction de l'acceptabilité des risques encourus.

L'ensemble des études du Domaine Complémentaire est mis à jour dans le cadre du 4^{ème} RP 900.

La réalisation de l'ensemble de ces études conduit à mettre à jour la liste des Conditions de Fonctionnement Complémentaires et des Dispositions Complémentaires. Les matériels, informations ou systèmes assurant une fonction requise dans le cadre des études du Domaine Complémentaire sont ensuite déclinées dans les Règles Générales d'Exploitation (RGE).

Par ailleurs, il est vérifié que ces équipements satisfont aux exigences de classement et de qualification découlant de leur valorisation dans ces études.

Le tableau ci-après liste les dispositions complémentaires retenues au titre du Domaine Complémentaire du 4^{ème} RP 900 phase A, avec la condition de fonctionnement complémentaire associée.

Condition de Fonctionnement Complémentaire	Dispositions Complémentaires
Transitoire avec défaillance de l'AAR (ATWS) : Perte Totale de l'eau Alimentaire Normale cumulée au Blocage Mécanique de 3 grappes	Mise en service manuelle d'une borication au primaire
Transitoire avec défaillance de l'AAR (ATWS) : Ouverture Intempestive d'une Soupape Secondaire cumulée au blocage mécanique de 3 grappes	Mise en service manuelle d'une borication au primaire
Transitoire avec défaillance de l'AAR (ATWS) : Perte Totale des Alimentations Electriques Extérieures cumulée à la défaillance des disjoncteurs d'AAR	Nouveau Signal Palliatif
Transitoire avec défaillance de l'AAR (ATWS) : Perte Totale de l'Eau Alimentaire Normale cumulée avec l'échec total de l'AAR	Déclenchement en local des groupes RAM
Perte totale de l'Alimentation en Eau des GV en RP	Mise en service manuelle du gavé ouvert
Perte totale de la source froide (H1) en RP et AN/GV	Isolement manuel du retour n° 1 des GMPP et de la ligne de débit nul RCV Isolement automatique de la décharge RCV Réalimentation manuelle de la bêche ASG par SER Mise en service manuelle d'une borication du primaire Arrêt automatique des GMPP sur haute température des paliers et butées des moteurs
Brèche primaire cumulée à la perte de l'ISHP en fonctionnement	Refroidissement maximal
Brèche primaire en AN/GV	Mise en service manuelle de l'IS
Brèche primaire en AN/RRA	Mise en service manuelle de l'ISBP
Perte ou brèche RRA et échec de l'appoint automatique en API NF (Non Fermé)	Mise en service manuelle d'un appoint au primaire Isolement manuel de la liaison RRA-RCV Passage manuel en recirculation
Défaillance totale du RIS ou de l'EAS en recirculation suite à une brèche primaire en RP, AN/GV et AN/RRA	Secours mutuel de l'ISBP ou de l'EAS
Perte totale des alimentations électriques (H3) avec secours de l'injection aux joints des GMPP en RP et AN/GV	Injection aux joints des pompes primaires par la pompe de test alimentée par le DUS Réalimentation électrique des mesures nécessaires à la conduite des GV Réalimentation manuelle de la bêche ASG par SER

Condition de Fonctionnement Complémentaire	Dispositions Complémentaires
Perte totale des alimentations électriques (H3) avec défaillance de la pompe de test entraînant l'apparition d'une fuite aux joints des GMPP en RP et AN/GV	Appoint au primaire par RCV alimenté par la TAC Réalimentation électrique des mesures nécessaires à la conduite des GV Réalimentation manuelle de la bêche ASG par SER Appoint au primaire par la pompe EAS-ND alimentée par le DUS Isolement manuel de la ligne de retour des joints des pompes primaires
Perte totale des alimentations électriques (H3) avec défaillance de la pompe de test entraînant l'apparition d'une brèche aux joints des GMPP en RP et AN/GV	Réalimentation électrique des mesures nécessaires à la conduite des GV Réalimentation manuelle de la bêche ASG par SER Appoint au primaire par la pompe EAS-ND alimentée par le DUS
Perte totale des alimentations électriques (H3) en arrêt pour intervention, circuit primaire non suffisamment ouvert	Mise en service d'un appoint au primaire par le RCV de la tranche voisine Isolement manuel de la liaison RRA-RCV Réalimentation électrique des mesures nécessaires à la conduite des GV
Perte totale des alimentations électriques (H3) en arrêt pour intervention, circuit primaire suffisamment ouvert	Mise en Service manuelle d'un appoint gravitaire au primaire Mise en service d'un appoint au primaire par le RCV de la tranche voisine
Perte totale des alimentations électriques (H3) en arrêt normal sur RRA	Réalimentation électrique des mesures nécessaires à la conduite des GV Réalimentation manuelle de la bêche ASG par SER
Perte des tableaux électriques LHA et LHB par mode commun (DCC-LH) entraînant l'apparition d'une fuite aux joints des GMPP en RP et AN/GV	Réalimentation électrique des mesures nécessaires à la conduite des GV Réalimentation manuelle de la bêche ASG par SER Appoint au primaire par la pompe EAS-ND alimentée par le DUS Isolement manuel de la ligne de retour des joints des pompes primaires Arrêt automatique des GMPP sur haute température des paliers et butées et moteurs
Perte des tableaux électriques LHA et LHB par mode commun (DCC-LH) en RP et AN/GV	Injection aux joints des pompes primaires par la pompe de test alimentée par le DUS Fiabilisation de l'injection aux joints des pompes primaires Réalimentation manuelle de la bêche ASG par SER
Perte des tableaux électriques LHA et LHB par mode commun (DCC-LH) en AN/RRA	Réalimentation électrique des mesures nécessaires à la conduite des GV Réalimentation manuelle de la bêche ASG par SER

Condition de Fonctionnement Complémentaire	Dispositions Complémentaires
Perte des tableaux électriques LHA et LHB par mode commun (DCC-LH) en API NSO (Arrêt Pour Intervention, circuit primaire Non Suffisamment Ouvert)	Mise en service d'un appoint au primaire par le RCV de la tranche voisine Isolement manuel de la liaison RRA-RCV Réalimentation électrique des mesures nécessaires à la conduite des GV
Perte des tableaux électriques LHA et LHB par mode commun (DCC-LH) en API SO (Arrêt pour Intervention, circuit primaire Suffisamment Ouvert)	Mise en Service manuelle d'un appoint gravitaire au primaire Mise en service d'un appoint au primaire par le RCV de la tranche voisine

A noter que certaines Conditions de Fonctionnement Complémentaires valorisent des modifications matérielles mises en œuvre au 4^{ème} RP 900, notamment :

- PNPE0152 : La substitution du turboalternateur de secours LLS par le DUS. Cette modification permet de disposer d'une source d'ultime secours plus fiable permettant la réalimentation d'une pompe RIS dans les situations H3 et DCC-LH ;
- PNPP0811 : La disposition EAS-ND décrite dans le [Volet I – Chapitre 2 – Section 7](#) ;
- PNRL0894 : Le remplacement des sondes de température Branche Froide par des modèles qualifiés et opérables à des conditions d'ambiance dégradées dans l'enceinte pour permettre leur valorisation dans la conduite des situations H3 ou DCC-LH avec fuite ou brèche du circuit primaire.

Les principales modifications intellectuelles qui concernent les études du Domaine Complémentaire sont :

- L'évolution de conduite des transitoires H3/DCC-LH intégrée dans le chapitre VI des RGE ;
- L'intégration d'une démonstration du contrôle de la réactivité dans les études du Domaine Complémentaire.

Dans le cadre de la phase A, EDF met en œuvre une stratégie de conduite des transitoires H3/DCC-LH conçue pour gérer deux effets antagonistes liés à la température primaire : d'un côté, abaisser la température du circuit primaire favorise la préservation des joints des GMPP et donc l'inventaire en eau en cas de perte de l'injection compte tenu du phénomène de corrosion hydrothermique ; d'un autre côté, le maintien d'une température primaire élevée est favorable vis-à-vis de la sous-criticité du cœur. Le palier à 240 C est le compromis établi par EDF pour la phase A. Des compléments d'études ont permis de vérifier le contrôle de la réactivité dans les situations H3 et DCC-LH avec IJPP en mettant en œuvre un refroidissement jusqu'à 190 C. Ainsi, dans le cadre de la phase B, EDF fera évoluer la conduite des situations H3 et DCC-LH avec IJPP du Domaine Complémentaire et retient un palier de température à 190 C permettant de garantir le respect des critères d'acceptabilité.

Cette stratégie de conduite prend en compte le bon comportement des joints des GMPP dont la technologie a évolué par rapport à la conception initiale (glaces du joint n°1 en nitrure de silicium et joints toriques à haute température) et qui ont fait l'objet d'essais sur les blocs joints à partir de 2015, sur une boucle expérimentale, dans des configurations de pression et température enveloppes des conduites en perte totale des sources électriques, avec des joints neufs et des joints à vieillissement simulé.

❖ Conclusion

Avec la mise en œuvre des Dispositions Complémentaires retenues au 4^{ème} RP 900 listées ci-dessus, toutes les études du Domaine Complémentaire réalisées dans le cadre du 4^{ème} RP 900 respectent les critères de sûreté en intégrant les évolutions des connaissances.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications des Règles Générales d'Exploitation en lien avec l'intégration de nouvelles Dispositions Complémentaires identifiées dans le cadre du 4^{ème} RP 900 phase A sont en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde au cours de l'arrêt pour visite décennale de la tranche 3 actuellement en cours. Le Rapport Définitif de Sûreté sera mis à jour en conséquence.

Les modifications :

- PNPE0152 « Substitution de l'alimentation électrique par le Turbo Alternateur de Secours par une alimentation par le Diesel d'Ultime Secours »,
- PNPP0811 « Mise en place d'un système EAS-ND d'injection d'eau au primaire et d'évacuation de la puissance résiduelle »,
- PNRL0894 « Remplacement des sondes de température du circuit primaire en branche froide »,

sont en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900. Les impacts documentaires de ces modifications seront également pris en compte.

1.2.1.3. Etudes additionnelles

Partie générique Palier

En complément des études du dimensionnement initial et de celles du Domaine Complémentaire, des études additionnelles s'inscrivent dans une démarche d'amélioration de la sûreté des réacteurs.

❖ Etudes Justificatives Particulières

Certains phénomènes physiques ou certaines situations accidentelles, susceptibles de porter atteinte au bon accomplissement des fonctions de sûreté, mais non pris en compte à la conception et non couverts par les conditions de fonctionnement complémentaires, ont conduit à la mise en œuvre de dispositions matérielles ou opératoires spécifiques. L'objectif général des études justificatives particulières est d'évaluer la robustesse de l'installation vis-à-vis de ces phénomènes physiques et situations accidentelles, compte tenu des dispositions matérielles et opératoires mises en œuvre.

A l'occasion du 4^{ème} RP 900, les études justificatives particulières (EJP) sont les suivantes :

- Études d'Interaction Pastille Gaine (IPG) qui définissent les durées autorisées de Fonctionnement Prolongé à Puissance Intermédiaire (FPPI) ;
- Étude d'Accident de Perte de Réfrigérant Primaire dû à une rupture guillotine doublement débattue (APRP 2A avec A la section de la tuyauterie) ;
- Dilution hétérogène inhérente à l'APRP BI ;
- Dilution homogène par rupture franche doublement débattue d'un tube de l'échangeur du Circuit d'Étanchéité des Pompes Primaires (CEPP).

○ **IPG**

L'objectif des études IPG est de déterminer les durées autorisées de FPPI garantissant l'absence de rupture de la gaine en cas de transitoires de catégorie 2.

L'objectif est de mettre en œuvre une démarche permettant de couvrir les cycles dont le nombre d'assemblages neufs rechargés est variable (recharges dites « *variables* ») vis-à-vis du risque IPG. La démarche « *IPG variabilité* » est déclinée dans les études IPG 4^{ème} RP 900. Elle s'appuie sur l'évaluation par calculs 3D statiques des puissances linéiques en fonctionnement normal et lors des transitoires de catégorie 2. Le volet thermomécanique permet d'établir les nappes de puissances de rupture. Le bilan des marges IPG est établi à partir de la différence locale entre la puissance de rupture et la puissance linéique des transitoires de catégorie 2.

Dans certaines configurations, la variabilité des recharges mise en œuvre en 4^{ème} RP 900 conduit à affecter légèrement le bilan des marges IPG évalué avec le plan de référence de la gestion. L'impact de la variabilité des campagnes des gestions combustible CYCLADES reste limité.

○ **APRP 2A**

Les critères à vérifier pour l'étude de la brèche guillotine doublement débattue (APRP 2A) sont ceux de l'APRP de catégorie 4. Ils ont pour but, d'une part, de garantir l'intégrité de la 3^{ème} barrière, d'autre part, de préserver la géométrie du cœur de façon à permettre le refroidissement du combustible et ainsi d'éviter une détérioration importante du cœur.

L'étude traite la grosse brèche doublement débattue (APRP 2A) avec des hypothèses et méthodes réalistes.

Le niveau de température maximale de gaine, déterminé en 4^{ème} RP 900, associé à un niveau de déformation maximale de gaine maîtrisé, permettent de respecter les critères.

○ **Dilution hétérogène inhérente à l'APRP BI**

L'objectif de sûreté de cette étude est de s'assurer de l'absence de retour en criticité suite au phénomène de dilution hétérogène inhérente en APRP BI. Une démarche d'étude de l'accident de dilution hétérogène inhérente a été développée et mise en œuvre dans le cadre des études EPR FLA3. La dilution hétérogène inhérente à l'APRP BI est également étudiée pour le Parc en exploitation avec cette méthodologie.

Les règles d'études des conditions de fonctionnement de dimensionnement sont appliquées à l'exception de la prise en compte d'un aggravant (un aggravant est une défaillance supplémentaire aléatoire, indépendante de l'événement déclencheur de l'accident). Cette étude montre que la séquence de dilution hétérogène inhérente en APRP BI, en référentiel 4^{ème} RP 900, en gestion combustible CYCLADES, n'entraîne pas de retour en criticité du cœur, via la valorisation de la modification d'augmentation de la concentration en bore de la bêche PTR (PNPE0159).

Une étude de sensibilité à la prise en compte d'un aggravant a été réalisée. Les résultats montrent que la conclusion de non-retour critique du cœur au passage d'un bouchon d'eau claire est robuste à la prise en compte d'un aggravant.

Une analyse thermohydraulique locale a également été réalisée pour étudier la sensibilité au volume du bouchon. L'analyse neutronique consiste, lorsque le critère de découplage en entrée cœur sur la concentration en bore critique n'est pas vérifié, à réaliser un calcul neutronique statique. Les résultats de cette étude :

- concluent au non-retour critique du cœur pour des volumes de bouchon importants avec une marge importante ;
- démontrent également l'absence d'effet falaise : la conclusion de non-retour critique du cœur est robuste vis-à-vis de la modification d'un paramètre principal du transitoire, le volume du bouchon.

Des scénarios complémentaires faisant varier le nombre de bouchons, la cinétique d'envoi des bouchons (cinétique de reprise de circulation naturelle) et le décalage dans le temps de leur envoi dans la cuve démontrent, sur la base de calculs neutroniques cinétiques, l'absence de dommage sur le combustible et la non-remise en cause de la capacité à refroidir le cœur pour cet accident de dilution hétérogène inhérente en APRP BI sur les réacteurs du palier CP0 Bugey.

- **Dilution homogène par rupture franche doublement débattue d'un tube de l'échangeur du Circuit d'Etanchéité des Pompes Primaires (CEPP)**

Un programme d'études est en cours afin d'intégrer dans la démonstration de sûreté du palier 900 MWe le scénario de dilution homogène par rupture franche doublement débattue d'un tube de l'échangeur du Circuit d'Etanchéité des Pompes Primaires (CEPP), pour les états Réacteur en Puissance et Arrêt Normal avec l'application des règles et des critères de la catégorie 4 du domaine de dimensionnement. Concernant le risque de dilution par fuite ou rupture de tube de l'échangeur CEPP, EDF mettra en œuvre une modification matérielle (PNPE0189) permettant la réalisation d'un prélèvement chimique en aval de l'échangeur CEPP afin de s'assurer périodiquement de l'intégrité de cet échangeur.

❖ Transposition des situations et délais opérateurs de l'EPR Flamanville 3

Ces études permettent d'évaluer le comportement des réacteurs du Palier CP0 Bugey pour les événements et délais opérateurs du référentiel de l'EPR Flamanville 3, en appliquant les règles des études des conditions de fonctionnement de dimensionnement (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 1 – § 0).

L'objectif est d'évaluer, à travers deux volets distincts :

- le comportement des réacteurs du Palier CP0 Bugey du Parc en exploitation pour les conditions de fonctionnement non prises en compte à leur conception mais retenues dans le référentiel de dimensionnement de l'EPR Flamanville 3 (FLA3) ;
- l'impact sur les réacteurs du Palier CP0 Bugey de la prise en compte des valeurs fixées pour les délais d'action des opérateurs sur l'EPR Flamanville 3 sur les conditions de fonctionnement de dimensionnement.

Les études montrent que :

- la majorité des conditions de fonctionnement non traitées par conception à l'état 3^{ème} RP 900 (environ 70 % des cas) respecte les critères de sûreté en appliquant les règles d'études du Domaine de Dimensionnement. Les autres conditions de fonctionnement sont couvertes par les études et les dispositions du Domaine Complémentaire ;
- la majorité des conditions de fonctionnement (plus de 70 % des cas) respecte les critères de sûreté du Domaine de Dimensionnement avec les délais opérateurs retenus dans le référentiel déterministe de conception de l'EPR Flamanville 3. Les autres conditions de fonctionnement respectent des critères issus d'une démarche de type « *Domaine Complémentaire* ». L'augmentation du délai opérateur ne génère aucun « *effet falaise* ».

❖ Cumul d'un Manque De Tension Externe (MDTE)

A l'occasion du 4^{ème} RP 900, les études réalisées concernent la prise en compte du cumul d'un Manque De Tension Externe (MDTE) pour les accidents de catégories 2 et 3 et la vérification de l'atteinte de l'état sûr avec des critères de catégorie 4 en valorisant uniquement des matériels classés sismiques.

○ Accident de catégories 2 et 3, aspect court terme

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, EDF a pris en compte le cumul d'un MDTE dans les études des conditions de fonctionnement de catégories 2 et 3, tout en conservant les règles d'études spécifiques utilisées pour celles-ci sur le Palier CP0 Bugey.

EDF a valorisé la disposition « Arrêt Automatique du Réacteur sur séisme » (PNPP0419), déployée sur l'ensemble des réacteurs du Palier CP0 Bugey.

EDF s'est assurée sur le Palier CP0 Bugey (gestion combustible CYCLADES) que l'intervention précoce de l'Arrêt Automatique du Réacteur (AAR) sur séisme dans l'étude des phases court terme (c'est-à-dire avant intervention de l'opérateur à 20 minutes) des conditions de fonctionnement des catégories 2 et 3, avec cumul d'un MDTE, permet d'éviter le phénomène de crise d'ébullition au niveau de la gaine garantissant ainsi le respect des critères de sûreté de catégorie 4. La modification « Arrêt Automatique du Réacteur sur séisme » permet en effet d'avancer la chute des grappes, avant que les paramètres de la chaudière ne soient dégradés dans les différentes conditions accidentelles étudiées.

○ Accident de catégories 2, 3, 4, aspect long terme

Le MDTE pouvant être la conséquence d'un séisme, EDF s'est assurée pour tous les accidents de dimensionnement, qu'un état sûr peut être atteint en ne valorisant que des moyens sismiques pour les initiateurs de catégories 2 à 4 avec cumul d'un MDTE.

L'évacuation de la puissance résiduelle est réalisée, selon les accidents :

- soit par l'Injection de Sécurité (IS) pour les scénarios d'APRP brèche intermédiaire par exemple,
- soit par l'Alimentation de Secours des Générateurs de vapeur (ASG) puis la réalimentation de la bêche par la Source d'eau de l'appoint Noyau Dur (PNPP0714),
- soit par la mise en service du gavé ouvert en parade complémentaire.

L'inventaire primaire est assuré par l'IS pour les initiateurs avec primaire ou secondaire non intègre.

❖ **Accessibilité des locaux pour la réalisation des actions pour les études des domaines de dimensionnement et complémentaire**

L'analyse d'accessibilité consiste à s'assurer que les situations du Domaine de Dimensionnement et du Domaine Complémentaire ne génèrent pas d'évolution d'ambiance susceptible de compromettre la réalisation des actions en local nécessaires pour la gestion d'une situation incidentelle ou accidentelle. Les actions dont la réalisation est nécessaire à court terme sont analysées pour garantir le respect des objectifs de sûreté.

En situation d'accident du Domaine de Dimensionnement ou du Domaine Complémentaire, les conditions d'ambiance susceptibles d'évoluer de manière anormale du fait de l'initiateur sont de nature radiologique et thermique. L'analyse est donc réalisée sur ces deux aspects.

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, EDF a appliqué la démarche mise au point dans le cadre du 3^{ème} RP 1300 et instruite par l'ASN pour l'ambiance radiologique. Pour l'ambiance thermique, pour chacune des actions sélectionnées, l'analyse repose sur la comparaison entre les conditions thermiques en fonctionnement normal du local considéré et ces mêmes conditions dans la situation spécifique du transitoire analysé. Cette comparaison est réalisée à partir de l'identification d'une évolution pénalisante de l'ambiance thermique induite par un accroissement significatif des dissipations calorifiques et/ou une dégradation du conditionnement dans le local d'intérêt.

Dans la situation très improbable d'APRP 4 avec cumul MDTE et perte d'un Diesel conduisant à la perte de l'ensemble de la voie A, EDF identifie le besoin d'une modification permettant de réalimenter les organes nécessaires pour l'action « lignage IS voie A en injection simultanée ». Cette modification (PNPE0442) permet d'effectuer cette action depuis le bâtiment électrique (BL) dans une ambiance compatible avec la démarche d'accessibilité.

Suite à l'ensemble des vérifications menées dans le cadre du 4^{ème} RP du Palier CPO Bugey, les ambiances générées dans les locaux où des actions seraient requises pour la gestion des situations du Domaine de Dimensionnement (radiologique et thermique) et du Domaine Complémentaire (radiologique) ne remettent donc pas en cause la capacité des intervenants à réaliser les actions dans ces locaux pendant la durée nécessaire.

En complément, en application de la prescription [FOH-B] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, EDF a vérifié la capacité effective des agents de terrain à accéder aux locaux et à y réaliser les actions de conduite requises dans la démonstration de sûreté nucléaire en cas d'accident (par exemple, accessibilité des organes de contrôle et de commande, capacité de réalisation des actions en cas de port d'équipements de protection individuels, disponibilité de l'outillage, délai nécessaire aux accès) et a défini les modifications nécessaires à mettre en œuvre et le calendrier associé :

- modification d'exploitation pour permettre de manœuvrer les organes nécessaires pour l'action « lignage IS voie A en injection simultanée » depuis le bâtiment électrique (BL) en cas d'APRP 4 (MDTE + aggravant conduisant à la perte de l'ensemble de la voie A) (PNPE0442) ;
- mise à disposition de l'exploitant de la liste des locaux contenant des circuits en recirculation et/ou des traversées enceinte ;
- mise en application du guide pour la radioprotection en situation d'urgence radiologique.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP0714 « Source d'eau de l'appoint Noyau Dur » a été intégralement réalisée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. Les impacts documentaires de cette modification ont été pris en compte.

Les modifications :

- PNPP0419 « Mise en place d'un AAR sur séisme »,
- PNPE0159 « Augmentation de la concentration de bore des bâches PTR et REA et du volume REA bore »,

sont en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900. Les impacts documentaires de ces modifications seront également pris en compte.

Les modifications :

- PNPE0442 « Cellules d'autocontrôle pour manœuvrer les RCV-RIS depuis le BL (injection simultanée ISHP) »,
- PNPE0189 « Ajout d'un dispositif de prélèvement du fluide primaire en état d'arrêt en aval échangeur CEPP (Circuit d'Etanchéité des Pompes Primaires) vis-à-vis des risques de dilution hétérogène par fuite CEPP »,

seront déployées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900.

La mise à disposition de l'exploitant de la liste des locaux contenant des circuits en recirculation et/ou des traversées enceinte et la mise en application du guide pour la radioprotection en situation d'urgence radiologique seront réalisées au plus tard lors de la phase « Compléments » des modifications du 4^{ème} RP 900.

1.2.1.4. Etudes Probabilistes de Sûreté (EPS) des événements internes « Chaudière » de niveau 1

Partie générique Palier

Les Etudes Probabilistes de Sûreté (EPS) sont utilisées lors du réexamen périodique pour évaluer la fréquence de fusion du cœur (niveau 1) et son évolution par rapport à l'évaluation faite à l'issue du réexamen périodique précédent, en intégrant une analyse des modifications des caractéristiques des systèmes, des pratiques d'exploitation ainsi que l'évolution des connaissances.

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, l'EPS CP0 Bugey événements internes de niveau 1 a été mise à jour pour être représentative d'un réacteur du Palier CP0 Bugey à l'état RP4 900.

EDF s'est fixée un objectif de réduction de la fréquence des scénarios menant à des rejets précoces et importants. Pour cela, EDF vise à réduire le risque de fusion du cœur, ce qui permet de réduire les rejets associés. Cette EPS permet également de vérifier et de mettre à jour la liste des Dispositions Complémentaires, en fonction des résultats en termes de risque de fusion du cœur (valeur repère à quelques 10^{-7} / année.réacteur).

En préparation du 4^{ème} RP 900, l'EPS du Palier CP0 Bugey a été mise à jour pour intégrer l'expérience d'exploitation la plus récente (notamment les données de fiabilité des matériels, l'identification et la fréquence des initiateurs, le profil de fonctionnement). Elle prend en compte les nouvelles connaissances sur le comportement de l'installation issues des études les plus récentes.

Plusieurs évolutions notables du périmètre de l'EPS ont été réalisées à cette occasion dont une meilleure prise en compte des systèmes de ventilation et leurs systèmes supports (alimentation électriques, source froide), le traitement d'un plus grand nombre d'évènements initiateurs et la prise en compte des actions humaines à réaliser au-delà de 4 heures. La modélisation des systèmes RRI/SEC et des systèmes électriques a également été affinée.

Ces développements ont permis de tirer des enseignements qui ont conduit à décider lors du 4^{ème} RP 900 les modifications suivantes :

- le remplacement des contacteurs électriques des ventilateurs du système de ventilation des bâtiments électriques par des contacteurs à accrochage (inclus dans la modification PNPE0068),
- l'évolution des procédures de conduite afin d'améliorer :
 - la fiabilité de la ventilation des bâtiments électriques dans les états où le réacteur est à l'arrêt,
 - la fiabilité de la mise en œuvre d'une parade en cas de perte de la fonction d'eau brute secourue constitutive de la source froide de la tranche.

Suite au réexamen périodique, une nouvelle version de l'EPS, nommée « *EPS 900 CP0 Bugey VD4* » est réalisée afin d'être représentative d'un réacteur du Palier CP0 Bugey à l'état VD4 et intègre l'expérience d'exploitation la plus récente, ainsi que les nouvelles connaissances sur le comportement de l'installation.

L'EPS 900 CP0 Bugey VD4 permet ainsi d'évaluer le risque de fusion du cœur pour les événements internes chaudière de l'ordre de 5.10^{-6} / année.réacteur. La contribution est relativement équilibrée entre les différentes familles d'accidents.

Les familles prépondérantes sont par ordre décroissant de contribution :

- Les pertes de sources électriques de haute tension (PSLHT) dont la prédominance est la résultante de l'intégration de systèmes de ventilation en particulier des locaux électriques. Les dernières évolutions des connaissances liées à ces situations ont conduit à des modifications de conduite en valorisant notamment la pompe EAS-ND (PNPP0811) et à une modification matérielle consistant à remplacer des contacteurs des ventilateurs des locaux électriques (PNPE0068) ;
- Les pertes de sources froides (PSF) qui intègrent le retour d'expérience le plus à jour en termes d'initiateur ;
- Les accidents de perte de réfrigérant primaire (APRP) ;
- Les transitoires sur le circuit secondaire (TGTA) ;
- Les transitoires cumulés à une défaillance de l'arrêt automatique réacteur (ATWS) ;
- Les pertes de sources électriques de basse tension (PSLBT).

Trois familles contribuent dans une moindre mesure au risque de fusion du cœur, par ordre décroissant :

- Les transitoires sur le circuit primaire (TRCP) ;
- Les ruptures de tuyauteries secondaires (RTS) ;
- Les ruptures de tube(s) de générateur de vapeur (RTGV).

Au final, les dispositions mises en œuvre lors du 4^{ème} RP 900 ayant un impact favorable en termes de risque de fusion du cœur sont les suivantes :

- le remplacement des contacteurs d'alimentation électrique des ventilateurs des locaux électriques (PNPE0068),
- l'isolement de la barrière thermique du GMPP (PNPP0371),
- la substitution du turbo-alternateur LLS par le Diesel d'Ultime Secours DUS (PNPE0152),
- le secours inter-tranches des Diesel d'Ultime Secours (PNPE0166),
- la pompe EAS-ND vis-à-vis des pertes de source électrique de haute tension (PNPP0811).

Par ailleurs, la prise en compte du retour d'expérience d'exploitation a permis de réévaluer à la baisse les fréquences d'un certain nombre d'initiateurs (perte des tableaux LH par mode commun) et de mettre à jour certaines données de fiabilité (blocage mécanique de grappes, pompes de sauvegarde).

L'EPS événements internes chaudière CP0 Bugey de niveau 1 a ainsi été réactualisée pour être représentative de l'état de réalisation de référence d'un réacteur du Palier CP0 Bugey après le 4^{ème} RP 900. Une diminution de l'ordre de 10 % du risque global de fusion du cœur a été évaluée pour les EPS événements internes chaudière par rapport au précédent réexamen.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPE0166 « Ajout d'une architecture électrique permettant la substitution du Diesel d'Ultime Secours par le Diesel d'Ultime Secours de la tranche voisine »,
- PNPP0371 « Fiabilisation de l'isolement des barrières thermiques GMPP »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. Les impacts documentaires de ces modifications ont été pris en compte.

Les modifications :

- PNPE0068 « Mise en place d'une distribution électrique Noyau Dur »,
- PNPE0152 « Substitution de l'alimentation électrique par le Turbo Alternateur de Secours par une alimentation par le Diesel d'Ultime Secours »,
- PNPP0811 « Mise en place d'un système EAS-ND d'injection d'eau au primaire et d'évacuation de la puissance résiduelle »,

sont en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900. Les impacts documentaires de ces modifications seront également pris en compte.

Les évolutions des procédures de conduite relatives à la ventilation et à la mise en œuvre d'une parade en cas de perte de la fonction d'eau brute secourue sont en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900.

1.2.2. TENDRE VERS DES NIVEAUX DE CONSEQUENCES RADIOLOGIQUES NE NECESSITANT PAS DE CONTRE-MESURES POUR LA POPULATION

Les incidents et accidents de dimensionnement représentent les conditions de fonctionnement retenues à la conception initiale des tranches et classées en catégories de 2 à 4 selon la fréquence d'apparition estimée :

- catégorie 2 : incidents de fréquence modérée,
- catégorie 3 : accidents à fréquence très faible,
- catégorie 4 : accidents hautement improbables.

Chaque incident ou accident correspond en général au cas le plus représentatif et/ou le plus sévère d'un certain type de transitoire.

Afin de vérifier que les incidents et accidents de dimensionnement ont des conséquences radiologiques limitées sur la population, il est nécessaire de comparer les résultats des calculs de doses à des limites de doses adaptées à la situation étudiée, ainsi qu'à la période de temps considérée. On distinguera ainsi la dose associée à la phase court terme de l'accident, calculée à 24 heures et à 7 jours.

En ce qui concerne les transitoires de 2^{ème} catégorie, il n'est pas fixé de limite de doses. Ces transitoires s'inscrivent dans la limite annuelle (1 mSv) de dose efficace pour l'exposition de la population à des rayonnements ionisants (article R1333-11 du code de la santé publique).

En ce qui concerne les transitoires de 3^{ème} et 4^{ème} catégorie (phase court terme), le niveau d'exigence retenu est adapté à la fréquence d'occurrence de la situation concernée. Il est défini en tenant compte des niveaux d'intervention associés à la mise en œuvre des mesures de protection de la population en situation d'urgence radiologique :

- pour les conditions de fonctionnement de 3^{ème} catégorie : dose efficace < 10 mSv,
- pour les conditions de fonctionnement de 4^{ème} catégorie : dose efficace < 50 mSv.

La limite de dose associée aux conditions de fonctionnement complémentaires, relative à la phase court terme des accidents, est identique à celle retenue pour les accidents de dimensionnement de 4^{ème} catégorie soit dose efficace < 50 mSv.

Pour les accidents susceptibles de conduire à des rejets en iode importants, le calcul de la dose efficace à court terme est complété par le calcul de la dose équivalente à la thyroïde sur la même période de temps afin de pouvoir apprécier la nécessité d'administration d'iode stable par comparaison avec le niveau de dose retenu en situation d'urgence radiologique, considéré comme valeur de référence, soit 50 mSv.

Au 4^{ème} RP 900, EDF se fixe une cible plus ambitieuse que le strict respect des limites de doses exigées au titre de la démonstration de sûreté pour les différentes catégories d'accident. EDF vise un niveau de conséquences radiologiques, catégories 3 et 4 confondues, ne nécessitant pas de mise en œuvre de protection des populations. Cela se traduit en pratique par une dose à la thyroïde court terme en limite de site qui doit tendre vers 50 mSv et une dose efficace qui doit tendre vers 10 mSv.

Pour répondre à cet objectif, le programme de travail et les dispositions associées d'EDF comportent plusieurs volets :

- réévaluation des conséquences radiologiques des accidents liées à la chaudière et identification d'amélioration pour répondre à l'objectif,
- réévaluation de la performance du confinement et identification d'améliorations pertinentes dans ce domaine,
- vérification des conséquences radiologiques « hors-chaudière » (BANG).

1.2.2.1. Réévaluer les conséquences radiologiques « chaudière »

Partie générique Palier

❖ Méthodologie

La méthodologie d'évaluation des conséquences radiologiques des rejets atmosphériques accidentels intègre les instructions précédentes ainsi que les exigences réglementaires.

❖ Synthèse des études

Toutes les études de sûreté des domaines de dimensionnement et complémentaire sont suivies d'une évaluation des conséquences radiologiques.

Les calculs des conséquences radiologiques des incidents (catégorie 2) et accidents (catégories 3 et 4) de dimensionnement ainsi que ceux des accidents du Domaine Complémentaire montrent que les relâchements de produits radioactifs à l'extérieur de l'installation, consécutifs à ces situations, ont des conséquences limitées pour les personnes du public et l'environnement. Les doses calculées respectent les limites de dose associées à ces catégories d'incident et accident.

Un focus est réalisé sur les études d'APRP et RTGV de 4^{ème} catégorie car elles présentent les valeurs de doses les plus élevées.

➤ Accident de Perte de Réfrigérant Primaire de 4^{ème} catégorie (APRP4)

Les résultats court terme du 4^{ème} RP 900, menés avec des hypothèses pénalisantes notamment sur le taux de rupture de gaines, répondent à l'objectif que s'est fixé EDF dans le cadre du 4^{ème} RP 900 de tendre vers des niveaux ne nécessitant pas de mise en œuvre de mesures de protection de la population pour l'ensemble des accidents de dimensionnement à la distance de la première habitation :

- la dose efficace totale est inférieure à la limite de 10 mSv relative à la mise à l'abri,
- la dose équivalente thyroïde, pour le Palier CP0 Bugey est de l'ordre de 50 mSv, valeur associée à l'administration d'iode stable.

➤ Accident de Rupture de Tube de Générateur de Vapeur de 4^{ème} catégorie (RTGV4)

De manière à réduire les conséquences radiologiques et ainsi avoir un impact aussi faible que raisonnablement possible, EDF a analysé la faisabilité d'un certain nombre d'améliorations. EDF a retenu deux solutions :

- Augmentation de la capacité d'évacuation du VCD-a (PNPE0141), cette modification répond à la prescription [CR-A-II-1] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900.
- Abaissement de 33 % (de 150 à 100 GBq/t) de la valeur maximale en équivalent Iode 131 en transitoire autorisée par les spécifications radiochimiques du primaire pour maintenir le réacteur en fonctionnement.

Cet abaissement permet de réduire les conséquences radiologiques de tous les accidents sans rupture de gaine de combustible, dont la RTGV de 4^{ème} catégorie, accident ayant les conséquences radiologiques les plus importantes au titre de la démonstration de sûreté des accidents sans fusion du cœur. Il a, en effet, une incidence directe et proportionnelle sur les doses thyroïde, et dans une moindre mesure, une incidence directe sur les doses efficaces. Il limite ainsi les conséquences radiologiques associées à la masse d'eau primaire rejetée pendant le transitoire accidentel de RTGV4 permettant de tendre vers la non nécessité de mise en œuvre de mesures de protection de la population.

Il est à noter que la méthode utilisée pour l'évaluation des conséquences radiologiques prend en compte des pénalités substantielles notamment liées à la météorologie. Cette méthode correspond, à date, à l'état de l'art au niveau des méthodes disponibles. Une prise en compte plus réaliste et représentative de la météorologie et de sa variabilité, selon une approche statistique, permettrait un gain notable en termes de doses pour l'accident de RTGV4.

De plus, en application des prescriptions émises par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, et afin de réduire encore les rejets radioactifs, notamment liquides :

- EDF met en œuvre une modification de conduite des transitoires de RTGV4 qui permet une réduction de plusieurs dizaines de tonnes des rejets liquides, cette modification répond à la prescription [CR-A-II-2] ;
- EDF met en œuvre un abaissement complémentaire (de 100 à 80 GBq/t) de la valeur maximale en équivalent Iode 131 en transitoire, autorisée par les spécifications radiochimiques du primaire pour maintenir le réacteur en fonctionnement. Cette disposition répond à la prescription [CR-A-I].

Au bilan, l'abaissement de 150 à 80 Gbq/t permet un gain de l'ordre de 50 % sur la valeur de dose équivalente à la thyroïde.

❖ Conclusions

En termes de conséquences radiologiques, les doses évaluées pour les études de sûreté des domaines de dimensionnement et complémentaire du 4^{ème} RP 900 respectent les limites de dose associées aux différentes catégories d'incident et accident et respectent l'objectif que s'est fixé EDF pour le 4^{ème} RP 900.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

Les Générateurs de Vapeur de la tranche 3 du CNPE du Bugey sont de type 51/19, c'est-à-dire avec des tubes de petit diamètre. Les rejets liquides, et donc les conséquences radiologiques sont significativement plus faibles que pour des GV équipés de tubes de gros diamètre : le gain en terme de doses est de l'ordre de 30 %.

Bilan de l'état de la tranche

La modification documentaire « Abaissement des spécifications équivalent Iode 131 à 100 GBq/t » a été intégralement réalisée sur les 4 tranches du CNPE du Bugey. L'abaissement complémentaire (de 100 à 80 GBq/t) a également été mis en application sur les 4 tranches du site en août 2021.

La modification PNPE0141 « Augmentation du débit des vannes réglantes VCD-a » est en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900. Les impacts documentaires de cette modification seront également pris en compte.

La modification de conduite du transitoire de RTGV4 sera déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900.

1.2.2.2. Réévaluer la performance du confinement

Partie générique Palier

EDF a engagé depuis plus de 10 ans un programme de travail sur la problématique « *durée de vie des enceintes* ». Celui-ci fait l'objet de présentations périodiques auprès de l'ASN. Pour le Palier CPO Bugey, la réévaluation du confinement a été intégrée au programme de travail du 4^{ème} RP 900. Cette démarche participe à la maîtrise des conséquences radiologiques des accidents de dimensionnement et à la limitation d'impact d'un accident avec fusion du cœur (cf. [Volet I – Chapitre 2 – Section 4](#)).

Dans ce cadre, EDF a mené des études visant à valider :

- La conformité des critères fonctionnels en situation accidentelle :
 - Vérifier que la pression maximale atteinte dans l'enceinte au cours d'un APRP ou d'une RTV est inférieure à la pression de dimensionnement (5 bar absolu), ce qui garantit le respect des critères fonctionnels de résistance et d'étanchéité de l'enceinte en situation accidentelle ;
 - Vérifier que les pressions et les températures de rosée maximales atteintes au cours d'un APRP ou d'une RTV sont inférieures au profil de qualification des matériels aux conditions accidentelles, ce qui garantit de fait la tenue des matériels en situation accidentelle ;
 - Vérifier que la température maximale de l'eau dans les puisards au cours de la phase de recirculation ne dépasse pas la valeur de découplage fixée, ce qui garantit le bon fonctionnement des systèmes de sauvegarde en situation accidentelle ;
- Le comportement mécanique des enceintes de confinement et les phénomènes de corrosion et autres pathologies ;
- La fonctionnalité et l'étanchéité de l'enceinte de confinement.

Etudes des conditions de pression et de température dans l'enceinte en situation accidentelle

A partir des transitoires APRP et RTV, les Masses et Energies Libérées (MEL) dans l'enceinte, données d'entrée des études de tenue de l'enceinte, sont déterminées.

La prise en compte des brèches doublement débattues dans l'évaluation des Masses et Energie Libérées pour le calcul des conditions de pression et de température dans l'enceinte de confinement constitue une hypothèse pénalisante car non réaliste.

Les études des conditions de pression et de température enceinte concluent au respect des critères.

De plus, la dépression maximale dans l'enceinte de confinement en fonctionnement normal, suite à la mise en service intempestive de l'aspersion enceinte est déterminée. Cela permet de vérifier le respect de la dépression maximale considérée dans le dimensionnement.

Comportement mécanique et étanchéité des enceintes de confinement – Phénomènes de corrosion et autres pathologies

❖ Comportement mécanique et pathologies susceptibles d'affecter l'enceinte de confinement

La prise en compte des problématiques « *comportement mécanique de l'enceinte* » et « *corrosion et phénomènes pathologiques* » est prévue dans les DAPE (Dossier d'Aptitude à la Poursuite de l'Exploitation) « *Enceintes des réacteurs 900 Mwe* » et « *Structures de génie civil des centrales de 900 MWe vis-à-vis des risques de gonflement interne du béton* » (cf. [Volet III – Section 1](#)).

Des éléments permettant de confirmer l'adéquation des mesures prises pour assurer la protection contre les

phénomènes de corrosion de la peau métallique sont également apportés dans le DAPE.

❖ Comportement mécanique de l'enceinte de confinement « VD4 + 10 ans »

Les études menées dans le cadre du 3^{ème} RP 900 vis-à-vis de la tenue mécanique des enceintes de confinement de ce Palier (paroi béton et peau métallique) ont été réalisées en considérant une poursuite du fonctionnement à 60 ans avec une marge adéquate. De plus, EDF a démontré que les phénomènes de vieillissement du béton étant limités dès 20 ans et très limités après 40 ans, les résultats obtenus sont transposables au 4^{ème} RP 900.

❖ Phénomènes pathologiques susceptibles d'affecter l'enceinte de confinement « VD4 + 10 ans »

Les études et actions menées à l'issue du 3^{ème} RP 900 concernant les problématiques de corrosion et phénomènes pathologiques restent applicables au 4^{ème} RP 900.

Les enceintes des Paliers 900 MWe font l'objet d'un suivi périodique, vis-à-vis des pathologies pouvant affecter leurs fonctions de sûreté, à travers les PBMP. Le retour d'expérience montre, dans une perspective de poursuite du fonctionnement des réacteurs, que la surveillance effectuée permet la détection de désordres de façon assez précoce, tant sur les aspects corrosion des armatures et risque de Réaction Alkali-Granulat (RAG) que de Réaction Sulfatique Interne (RSI).

❖ Corrosion de la peau métallique d'étanchéité

La démonstration de l'aptitude à l'exploitation des enceintes de confinement du Palier CP0 Bugey, par rapport à la problématique de la corrosion de la peau métallique d'étanchéité, est basée sur les informations obtenues relatives à l'état de la peau métallique lors de :

- la mise en œuvre de réparations dans la zone du fond du bâtiment réacteur sur toutes les tranches du Palier 900 MWe (affaire réalisée au début des années 90) ;
- la réalisation d'inspections visuelles de la peau lors des épreuves décennales confirmant l'état satisfaisant de la peau et de la protection métallique du joint radier / gousset ;
- la réalisation d'inspections visuelles de la peinture et de la partie supérieure (niveau – 3,50 m) de la jonction radier / gousset au titre des PBMP « *Ouvrages Génie Civil IPS* » confirmant l'état satisfaisant de la peinture ;
- la réalisation de mesures d'épaisseur des tôles de la peau métallique du fût, de mesures d'épaisseur des tôles de la peau métallique du dôme et la surveillance de la partie supérieure de la jonction radier / gousset, qui ne mettent pas en évidence de dégradation en service pouvant remettre en cause la maintenance des enceintes de confinement ;
- la réalisation d'une étude complémentaire des zones affectées par la corrosion qui conclut à l'intégrité de la peau métallique qui n'est pas affectée par les zones corrodées et ce, pour l'ensemble des configurations étudiées ;
- l'évaluation de la profondeur de la corrosion susceptible d'affecter la peau métallique qui indique que le risque de percement est faible ;
- l'exploitation du REX national et international disponible.

Ainsi, la corrosion par piqûres de la peau métallique, associée à un percement de la peau, n'est pas un mode de vieillissement probable pouvant remettre en cause la fonction étanchéité de l'enceinte compte tenu du suivi mis en œuvre.

❖ Traversées de réserve

Une campagne de contrôle visuel de ces traversées a été réalisée afin d'établir un état des lieux complet pour l'ensemble des tranches du Palier CP0 Bugey. Le but est de détecter tout phénomène de corrosion susceptible d'affecter les traversées et d'en déterminer la nocivité.

Les constats visuels pour chaque traversée de toutes les tranches sont classés en cinq catégories :

- traversées non corrodées,
- traversées avec fleurs de rouille (traces de rouille en surface...),
- traversées avec corrosion modérée (une surface ou plusieurs points de corrosion conséquents),
- traversées avec corrosion importante (cloquage, feuilletage sur zone importante...),
- autres cas : traversées inaccessibles.

Les résultats de ces contrôles sont présentés dans le paragraphe « Bilan de l'état de la tranche ».

❖ Auscultation

Afin de se prémunir de la perte de certains extensomètres noyés dans le béton des enceintes, EDF a défini une instrumentation dite « *Dispositif d'Auscultation Optimal* » (D.A.O) qui s'attache à préserver la continuité des mesures d'auscultation permettant de surveiller le comportement mécanique et l'évolution des déformations différées dans la fourchette attendue en fonctionnement à l'occasion des épreuves enceintes.

Ainsi, EDF met en œuvre, de manière préventive, des extensomètres de parement à l'extrados de la paroi précontrainte des bâtiments réacteur du Palier CP0 Bugey (PNPP0546 et/ou PNXX0372 selon les tranches), afin de garantir un D.A.O fonctionnel.

Fonctionnalité et étanchéité de l'enceinte de confinement

❖ Double-enveloppes RIS et EAS

Le rôle de la double-enveloppe est de confiner une fuite accidentelle (tuyauterie d'aspiration RIS ou EAS) entre les puisards et la première vanne d'isolement ou sur la vanne elle-même. Un dispositif pour tester l'étanchéité de la double-enveloppe est installé.

Cette double-enveloppe constitue le prolongement de la 3^{ème} barrière de confinement pendant les phases accidentelles de recirculation sur les puisards.

Lors des essais périodiques de l'étanchéité de la 3^{ème} barrière de confinement, EDF démontre que ces doubles-enveloppes sont étanches et assurent leur rôle en tant qu'extension de la 3^{ème} barrière.

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, EDF a analysé le risque de bipasse du confinement associé aux tronçons non isolables de tuyauteries RIS et EAS situés à l'extérieur du BR en réalisant :

- une revue des différents moyens envisageables pour assurer une surveillance complète de la double-enveloppe des tuyauteries RIS et EAS,
- une analyse détaillée des avantages et inconvénients de la mise en œuvre des modifications induites.

Il en ressort que le confinement en exploitation courante est vérifié par l'étanchéité extérieure de la double-enveloppe. Le confinement en situation accidentelle est assuré par l'intégrité de la double-enveloppe vis-à-vis de son requis pour assurer cette fonction. La démonstration de la maîtrise de l'intégrité de la double-enveloppe vis-à-vis de la fonction de sûreté de confinement repose sur deux types de surveillance :

- la surveillance de l'étanchéité de la double-enveloppe,
- la surveillance de l'absence d'eau stagnante qui représenterait un potentiel initiateur de corrosion pouvant générer à long terme une perte d'épaisseur de la double-enveloppe. Cette surveillance est réalisée par le biais :
 - des essais périodiques,
 - de la maintenance préventive du revêtement époxy armé au niveau des puisards,
 - de la maintenance préventive de la vanne d'isolement.

Cette triple surveillance permet une surveillance à maille fine et une discrimination des origines potentielles de l'eau. Les programmes de maintenance tous paliers prévoient une ouverture de la purge à chaque arrêt pour rechargement, éliminant ainsi l'eau éventuellement stagnante, en particulier celle générée par la condensation qui ne serait pas détectable par la surveillance de l'étanchéité.

En complément, dans le cadre du 4^{ème} RP 900, EDF prévoit la création d'un piquage afin de permettre un contrôle visuel de l'intérieur de la double-enveloppe via un système d'endoscope ou vidéo (PNPP0932).

❖ Extension de la troisième barrière de confinement

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, EDF a procédé à la mise à jour de la définition de l'extension de la 3^{ème} barrière. La définition retenue est la suivante :

- L'extension de la troisième barrière est constituée des circuits, ou des portions de circuits, et de leurs équipements associés qui répondent simultanément aux critères suivants :
 - Ils sont extérieurs à la 3^{ème} barrière que constitue l'enceinte ;
 - Ils peuvent véhiculer, depuis l'intérieur de l'enceinte, au-delà des limites constituant la 3^{ème} barrière, lorsque la fonction confinement est requise (isolement de la troisième barrière) :
 - soit du fluide primaire après une situation accidentelle susceptible d'entraîner une détérioration de la première barrière (ruptures de gaines),
 - soit l'atmosphère de l'enceinte après une situation accidentelle susceptible de conduire simultanément à une dégradation de la première barrière et à un relâchement d'activité primaire dans l'enceinte (perte de la deuxième barrière).
 - Ces circuits ou portions de circuits :
 - soit sont mis en service lors d'une situation accidentelle car nécessaires à l'accomplissement d'une fonction de sûreté radiologique,
 - soit sont en service préalablement à une situation accidentelle et sont maintenus en service pendant l'accident.
- Les situations accidentelles considérées pour l'identification des circuits constituant l'extension de la 3^{ème} barrière selon la définition ci-dessus sont les conditions de fonctionnement étudiées au titre de la démonstration de sûreté nucléaire : les conditions de fonctionnement de dimensionnement, les conditions du Domaine Complémentaire et les situations d'accidents avec fusion du cœur vis-à-vis desquelles des dispositions matérielles ou d'exploitation sont définies.

Les exigences associées aux circuits appartenant à l'extension de la 3^{ème} barrière complètent les exigences de conception relatives à l'enceinte de confinement et à son système d'isolement ainsi qu'aux systèmes de sauvegarde associés à l'enceinte de confinement. L'ensemble des matériels de l'extension de la 3^{ème} barrière nécessaires à la mitigation des accidents de dimensionnement ou du Domaine Complémentaire fait l'objet d'une exigence d'aptitude à l'étanchéité externe. Les matériels situés en limite de l'extension de la 3^{ème} barrière font l'objet d'une aptitude à l'étanchéité externe et interne. Les circuits nécessaires à la mitigation des situations d'accidents avec fusion du cœur relevant également de la définition de l'extension de la 3^{ème} barrière doivent également satisfaire à ces exigences.

En complément, des études ont été menées dans le cadre du 4^{ème} RP 900 pour :

- dans un premier temps, identifier les circuits, portions de circuits et moyens mobiles non nécessaires pour atteindre l'état sûr dans les accidents de la démonstration de sûreté mais susceptibles de véhiculer du fluide actif en dehors de l'enceinte de confinement, en application des procédures accidentelles, y compris celles qui sont mises en œuvre par les équipes en charge de la conduite du réacteur à la demande de l'équipe de crise ;
- dans un deuxième temps, pour les matériels identifiés, démontrer leur aptitude à l'étanchéité pour les situations accidentelles considérées.

Les analyses menées par EDF ont permis d'identifier deux circuits (le circuit mobile de secours des systèmes EAS et ISBP, et le circuit de décompression-filtration de l'enceinte en situation d'accident de fusion du cœur) et de démontrer leur aptitude à l'étanchéité dans les situations accidentelles considérées.

❖ Essai périodique d'étanchéité des joints du TAM

EDF a évalué la représentativité des essais d'étanchéité actuellement pratiqués au niveau du double-joint du TAM. Ces essais permettent de vérifier de manière périodique l'absence de dégradation de l'étanchéité des joints du TAM et donc de garantir la disponibilité de la fonction confinement. Une analyse de données issues du retour d'expérience des contrôles pratiqués a confirmé le caractère adéquat des contrôles mis en œuvre pour vérifier l'étanchéité du TAM.

❖ Dispositif de surveillance du confinement de l'enceinte

En application de la prescription [CONF-E] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, EDF a établi les exigences définies du système de surveillance en exploitation du taux de fuite de l'enceinte de confinement (SEXTEN) pour chaque réacteur du palier 900 MWe qui correspondent au classement de sûreté des capteurs essentiels entrant dans l'élaboration du taux de fuite de l'enceinte de confinement. La déclinaison de ces exigences définies se traduit par la création d'essais périodiques sur ces mêmes capteurs ainsi que par des évolutions documentaires.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNXX0372 « Mise en place d'extensomètres en extrados de la paroi précontrainte du BR »,
- PNPP0546 « Pérennisation d'auscultation EAU vis-à-vis du DAO »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. Les impacts documentaires de ces modifications ont été pris en compte.

La modification PNPP0932 « Implantation d'un piquage sur la double enveloppe des systèmes d'injection de sécurité RIS et d'aspersion EAS, pour prise endoscopique » sera déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900.

❖ Bilan des résultats des contrôles visuels des traversées de réserve obturées

EDF a réalisé une campagne de contrôles visuels des traversées de réserve obturées afin de détecter tout phénomène de corrosion susceptible d'affecter les traversées et d'en déterminer la nocivité : en tranche 3, le bilan pour les 28 traversées auscultées met en évidence que 6 traversées présentent des traces de fleur de rouille ou écaillage superficiel. Toutes les traversées impactées par cette corrosion superficielle et cet écaillage superficiel ont été traitées.

L'ensemble des contrôles réalisés montre un bon état général des traversées de réserve obturées : aucun endommagement susceptible de remettre en cause leur intégrité et donc l'étanchéité globale de l'enceinte n'a été constaté.

1.2.2.3. Réévaluer les conséquences radiologiques « hors chaudière »

Partie générique Palier

Dans la continuité du 3^{ème} RP 1300, EDF a analysé les incidents et agressions de dimensionnement du bâtiment BANG afin de s'assurer de l'acceptabilité des conséquences radiologiques éventuellement induites vis-à-vis du niveau d'intervention retenu par les pouvoirs publics pour la mise à l'abri des populations, soit 10 mSv en dose efficace.

Les principales règles inhérentes à cette démonstration sont les suivantes :

- Les événements, incidents ou agressions, dans le BANG ne touchant pas le process chaudière, sont étudiés au titre des conséquences radiologiques, par vérification de la fonction de sûreté de maîtrise du confinement ;
- La structure du bâtiment doit assurer une fonction de rétention des produits liquides contenus en cas de défaillance des circuits et réservoirs qu'ils contiennent afin de prévenir un éventuel marquage des eaux souterraines ;
- En fonctionnement normal, dans le cadre de la protection du personnel, l'installation et son fonctionnement doivent conduire à une exposition aux rayonnements ionisants aussi faible que raisonnablement possible ;
- Des scénarios enveloppes sont définis pour la détermination des situations incidentelles ou accidentelles et la vérification de l'acceptabilité de leurs conséquences.

Les analyses de sûreté menées concluent à l'acceptabilité des conséquences radiologiques en cas d'accident.

En particulier, la dose calculée sur le scénario enveloppe retenu (incendie généralisé du BANG) est très inférieure au critère de 10 mSv en dose efficace.

Concernant, le référentiel type d'exploitation du BAN, BAC, BTE pour la gestion des déchets nucléaires dans les centrales nucléaires, EDF complète les dispositions de conception par des dispositions d'exploitation et contribue au respect des exigences de sûreté. Ce référentiel contribue notamment à la maîtrise du débit de dose résultant des entreposages du BANG, à la maîtrise de la charge calorifique dans le bâtiment (maîtrise du risque incendie) et à l'amélioration de la propreté radiologique.

Les dispositions de conception sont également complétées par la mise en œuvre de dispositions d'exploitation, concourant à la prévention des déversements incidentels et des fuites susceptibles d'atteindre l'environnement.

L'instruction relative aux risques liés au BANG de Bugey a conduit EDF à mener une démarche complémentaire d'analyse pragmatique afin d'identifier, d'ici fin 2024, des améliorations possibles de l'installation ou de l'exploitation vis-à-vis du risque de dissémination de substances radioactives par la voie air.

Les dispositions prises à la conception et en exploitation sont adéquates pour garantir un niveau de sûreté satisfaisant dans le BANG.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Il n'y a pas de modification concernant ce thème sur la tranche 3 du CNPE du Bugey.

1.3. CONCLUSION

Les études d'accidents intègrent l'évolution des connaissances et des méthodes éprouvées, pour certaines utilisées sur l'EPR Flamanville 3. Elles respectent tous les critères de sûreté qui leur sont associés.

En outre, l'évaluation du comportement des réacteurs du Palier CP0 Bugey aux transitoires et délais opérateur retenus pour le Domaine de Dimensionnement de l'EPR de Flamanville 3 a été effectuée. Les moyens de protection actuels ou prévus dans le cadre du 4^{ème} RP 900 permettent aux réacteurs du Palier CP0 Bugey de répondre aux enjeux de sûreté liés à la prise en compte des conditions de fonctionnement et délais opérateur du référentiel déterministe de conception du réacteur EPR de Flamanville 3.

Les EPS événements internes chaudière CP0 Bugey de niveau 1 ont été réactualisées pour être représentatives de l'état de réalisation de référence d'un réacteur du Palier CP0 Bugey après le réexamen 4^{ème} RP 900. Les résultats de ces EPS montrent une amélioration globale du résultat vis-à-vis du précédent réexamen (diminution du risque global de fusion du cœur de l'ordre de 10 %).

En termes de conséquences radiologiques, les doses déterminées pour les études de sûreté des domaines de dimensionnement et complémentaire du 4^{ème} RP 900 respectent les limites de dose associées aux différentes catégories d'incident et accident.

Vis-à-vis de l'objectif d'amélioration des conséquences radiologiques vers des niveaux ne nécessitant pas de contre-mesures pour la population, EDF réduit, dans les spécifications radiochimiques de l'eau du circuit primaire, la valeur limite d'activité en équivalent iode 131 et met en œuvre une augmentation du débit VCD-a et une modification de conduite en RTGV.

L'accident de RTGV, qui constitue le transitoire de dimensionnement entraînant les conséquences radiologiques les plus élevées, fait l'objet de calculs avec des méthodes à l'état de l'art pour lesquelles les perspectives d'amélioration permettront de se rapprocher encore de la non nécessité de mise en œuvre de mesures de protection de la population par une meilleure prise en compte de la variabilité météorologique.

SECTION 2 : AGRESSIONS

2	AGRESSIONS	98
2.1	OBJECTIFS.....	98
2.2	REPONSE AUX OBJECTIFS.....	99
2.2.1	S'ASSURER DE LA ROBUSTESSE DES INSTALLATIONS A DES NIVEAUX D'AGRESSIONS REEVALUES A L'OCCASION DU REEXAMEN AINSI QU'AUX PRECONISATIONS INTERNATIONALES (WENRA).....	99
2.2.1.1	INCENDIE.....	102
2.2.1.2	EXPLOSION INTERNE.....	110
2.2.1.3	INONDATION INTERNE, DEFAILLANCES DE TUYAUTERIES ET DEFAILLANCES DE RESERVOIRS, POMPES OU VANNES HAUTE ENERGIE	122
2.2.1.4	INONDATION EXTERNE	127
2.2.1.5	SEISME	132
2.2.1.6	COLLISIONS ET CHUTES DE CHARGE.....	135
2.2.1.7	INTERFERENCES ELECTROMAGNETIQUES (IEM) INTERNES	140
2.2.1.8	GRANDS CHAUDS.....	142
2.2.1.9	GRAND FROID	145
2.2.1.10	AGRESSIONS DE LA SOURCE FROIDE.....	148
2.2.1.11	GRANDS VENTS ET PROJECTILES GENERES PAR GRAND VENT.....	151
2.2.1.12	TORNADE.....	153
2.2.1.13	FOUDRE ET INTERFERENCES ELECTROMAGNETIQUES (IEM) EXTERNES	154
2.2.1.14	NEIGE	156
2.2.1.15	MAITRISE DU RISQUE INDUSTRIEL	157
2.2.1.16	MAITRISE DU RISQUE AERIEN	160
2.2.1.17	ETUDES COMPLEMENTAIRES.....	162
2.2.2	VISER UN RISQUE DE FUSION DU CŒUR INCLUANT LES AGRESSIONS DE QUELQUES 10 ⁻⁵ / ANNEE.REACTEUR	165
2.2.2.1	EPS INCENDIE	167
2.2.2.2	EPS EXPLOSION INTERNE	169
2.2.2.3	EPS INONDATION INTERNE	171
2.2.2.4	EPS INONDATION EXTERNE	172
2.2.2.5	EPS SEISME.....	173
2.2.2.6	REMONTAGE GLOBAL EPS	174
2.3	CONCLUSION	176

2 AGRESSIONS

2.1 OBJECTIFS

Les agressions sont des événements ou des situations qui peuvent entraîner de manière directe ou indirecte des dommages aux structures, systèmes ou composants nécessaires pour remplir les fonctions fondamentales de sûreté.

Dans la démonstration de sûreté nucléaire relative aux agressions, les familles d'agressions suivantes sont définies :

- agressions internes,
- agressions externes, qui sont de deux types :
 - agressions externes naturelles,
 - agressions externes d'origine humaine.

A l'origine, la démonstration de sûreté nucléaire prenait en compte les agressions selon une approche de dimensionnement essentiellement déterministe. Ce volet « *Domaine de dimensionnement* » (ou Domaine de conception de référence) apporte, pour chacune des agressions prises en compte, une démonstration déterministe du respect des objectifs de sûreté dans le cas d'une agression dite « *agression de référence* ».

A partir du 3^{ème} RP 1300, un volet probabiliste est introduit dans la démonstration de sûreté nucléaire pour certaines agressions.

Le 4^{ème} RP 900 s'inscrit dans cette approche avec un volet déterministe de la démonstration de sûreté et un volet probabiliste. Ceci se traduit par les deux objectifs suivants :

Objectif n°1 : S'assurer de la robustesse des installations à des niveaux d'agressions réévalués à l'occasion du réexamen ainsi qu'aux préconisations internationales (WENRA)

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, la démarche générale de prise en compte des agressions a évolué et les études d'agressions ont été réactualisées pour tenir compte notamment de l'état de l'installation, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances dont celles sur le changement climatique et ses effets et des règles applicables aux installations similaires.

L'objectif est de limiter, en cas d'agression, le risque de mise en défaut des objectifs de sûreté suivants :

- intégrité de l'enveloppe sous pression du circuit primaire principal,
- arrêt et maintien du réacteur en état sûr,
- prévention et limitation des conséquences radiologiques des accidents sur l'homme et l'environnement à un niveau aussi faible que raisonnablement possible dans des conditions économiquement acceptables.

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, l'objectif d'EDF est d'appliquer aux études d'agressions les niveaux de référence WENRA et de vérifier l'accessibilité des locaux pour la réalisation des actions nécessaires à la protection contre les agressions.

Objectif n°2 : Viser un Risque de Fusion du Cœur (RFC) global incluant les agressions de quelques 10^{-5} / année.réacteur

Le volet probabiliste complète le volet déterministe pour évaluer le risque de fusion du cœur afin d'apprécier le niveau de sûreté des installations. Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, EDF a étendu le périmètre des EPS au domaine des agressions internes et externes. EDF a réalisé des études probabilistes de sûreté de niveau 1 liées aux agressions suivantes :

- EPS Incendie,
- EPS Explosion interne,
- EPS Inondation externe,
- EPS Inondation interne,
- EPS Séisme.

2.2 REPONSE AUX OBJECTIFS

2.2.1 S'assurer de la robustesse des installations à des niveaux d'agressions réévalués à l'occasion du réexamen ainsi qu'aux préconisations internationales (WENRA)

La conception des tranches du Palier 900 MWe intègre depuis l'origine la protection vis-à-vis des agressions internes ou externes plausibles. Cette exigence se traduit le plus souvent par la limitation du risque de mode commun pour les systèmes nécessaires au repli et au maintien du réacteur en état sûr. Les réévaluations menées à l'occasion des réexamens périodiques successifs et notamment la prise en compte du retour d'expérience ont par la suite conduit à une amélioration des modalités de prise en compte des différentes agressions et plus particulièrement celles liées au changement climatique.

En complément du Dossier d'Orientation du 4^{ème} Réexamen Périodique 900, EDF a précisé le périmètre et les objectifs d'amélioration de sûreté vis-à-vis des agressions. Ces éléments sont présentés ci-après.

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, EDF a vérifié l'exhaustivité de la liste des agressions considérées en regard de celles identifiées dans l'arrêté du 7 février 2012 modifié aux articles 3.5 et 3.6 et dans les niveaux de référence WENRA. Les agressions sont soit prises en compte de manière explicite, soit couvertes par d'autres agressions prises en compte (ex : grêle...), soit écartées pour les raisons suivantes :

- elles ne sont pas pertinentes pour les installations françaises (ex : tempêtes de sable ou de sel, avalanche),
- elles sont exclues du champ de l'analyse du fait de leur très faible probabilité (ex : météorite).

Les agressions traitées dans le cadre du 4^{ème} RP 900 sont présentées dans la suite de ce paragraphe.

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, les objectifs d'amélioration pour les études des agressions de référence sont :

- la prise en compte de l'extension des exigences réglementaires introduite par l'arrêté du 7 février 2012 modifié et les décisions ASN publiées, qui conduit notamment à l'explicitation des exigences au travers de la création de nouveaux chapitres agressions dans la démonstration de sûreté,
- l'intégration du retour d'expérience acquis depuis le 3^{ème} RP 900 (exploitation, évolution des connaissances) qui se traduit notamment par la prise en compte des instructions des autres Paliers (3^{ème} RP 1300, 1^{er} RP N4) et des Groupes Permanents à thème (inondations externes, REX...), ainsi que de la veille climatique.

De plus, les équipements nécessaires à la protection contre les agressions sont redevables d'un statut EIPS. Les exigences associées au statut EIPS (notamment le suivi en exploitation de ces équipements) sont intégrées lors du 4^{ème} RP 900.

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, les objectifs d'amélioration des exigences de sûreté pour les études des agressions de référence intègrent aussi la prise en compte des niveaux de référence WENRA 2008. En pratique, l'analyse conduit à intégrer les niveaux de référence E8.2 relatif à l'application d'un aggravant et E9.3 relatif au délai d'intervention de l'opérateur. Des études de sensibilité à ces règles ont été menées. EDF a également analysé les niveaux de référence WENRA 2014, et en particulier a positionné, lorsque cela est techniquement pertinent, les niveaux d'aléas naturels pris en compte lors du 4^{ème} RP 900 pour les agressions climatiques à des niveaux correspondant à une fréquence d'occurrence annuelle par réacteur inférieure à 10^{-4} (niveau de référence T4.2).

Les évolutions des exigences pour les études des agressions de référence, fixées à l'occasion du 4^{ème} RP 900, sont ainsi cohérentes avec les niveaux des standards européens les plus avancés pour les réacteurs existants.

Application d'un aggravant :

EDF a défini une démarche d'application de l'aggravant aux agressions de référence de la démonstration de sûreté (vis-à-vis des niveaux de référence WENRA 2008). Pour chaque agression de référence, une étude a été menée en considérant les cumuls plausibles avec un aggravant appliqué aux équipements actifs¹ permettant de prévenir l'agression ou d'en limiter ses conséquences (Équipements de Disposition Agression). Cette analyse a permis de vérifier que malgré la prise en compte d'une défaillance sur un matériel valorisé dans l'étude d'agression, les critères de rejets définis pour les accidents de dimensionnement de catégorie 4 sont respectés.

Les conclusions de ces études ont été déclinées dans la démonstration de sûreté et sont présentées agression par agression par la suite.

EDF a complété cette approche pour certaines agressions par une démarche visant à justifier le haut niveau de fiabilité des équipements passifs valorisés dans les études d'agression et en identifiant, le cas échéant, des dispositions à mettre en œuvre pour renforcer cette fiabilité. Ces dispositions sont mises en œuvre pour les équipements qui présentent un enjeu de sûreté important, évalué sur la base des EPS agressions ou de considérations déterministes. Cette démarche a été appliquée pour les agressions Incendie (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1.1), Inondation interne (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1.3) et Explosion interne (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1.3).

Délais d'intervention opérateur :

Les études d'agressions de référence prennent en compte les délais d'intervention de l'opérateur similaires à ceux des études d'accidents de dimensionnement, à savoir :

- un délai d'intervention de l'opérateur en salle de commande de 20 minutes,
- des délais d'intervention en local de 25 minutes pour les actions dans le bâtiment électrique ou à proximité immédiate, et de 35 minutes pour les actions dans les autres bâtiments.

Une étude de sensibilité à un délai opérateur en salle de commande de 30 minutes a été menée pour chaque agression de référence afin de vérifier l'absence d'« effet falaise ».

Enfin, EDF a réalisé une étude de sensibilité au délai opérateur de 1 heure en local sur les configurations identifiées comme les plus sensibles.

¹ Au sens de la démarche de prise en compte d'un aggravant dans les études d'agressions, les équipements dits « actifs » regroupent les équipements commandés ou contrôlés extérieurement et activés manuellement ou automatiquement avec l'assistance de moyens de transfert et de conduite (par exemple, courant électrique, systèmes hydrauliques ou pneumatiques) ainsi que les équipements « non-statiques ».

Cibles d'occurrences annuelles inférieures à 10^{-4} pour les agressions climatiques :

Un nouveau chapitre a été créé fin 2014 dans les niveaux de référence WENRA spécifiquement pour les agressions naturelles. Le niveau de référence T4.2 demande en particulier la prise en compte d'une fréquence d'occurrence annuelle par réacteur de 10^{-4} pour la définition des niveaux de référence des agressions naturelles ou, dans les cas où il ne serait pas possible de calculer cette fréquence, de justifier d'un niveau de sûreté équivalent.

Le programme de travail du 4^{ème} RP 900, établi en amont de la parution de niveaux de référence WENRA, a été actualisé.

Les conclusions de l'analyse menée par EDF sont les suivantes :

- Pour la plupart des agressions externes d'origine naturelle, l'état des connaissances entraîne des difficultés pour estimer un niveau d'aléa correspondant à une fréquence d'occurrence annuelle par réacteur de 10^{-4} . Cette estimation est facilement accessible quand les données historiques existent et que les conditions évoluent peu : c'est le cas pour l'inondation externe, le séisme, les plus basses eaux et la tornade. Elle est plus complexe pour les autres agressions externes d'origine naturelle qui ont nécessité, dans certains cas, la mise en œuvre d'une démarche spécifique pour déterminer, lorsque cela était nécessaire, des niveaux d'aléas significativement supérieurs à ceux retenus au titre du dimensionnement. Dans ce cas, la démarche est basée sur une valeur d'aléa de fréquence d'occurrence « *raisonnablement quantifiable* » (typiquement, une période de retour centennale) à laquelle est appliquée une marge qui conduit, sur la base du jugement de l'ingénieur, à un niveau d'aléa pouvant être assimilé à la cible décennelle WENRA. Cette démarche a été appliquée pour les agressions suivantes : Grands Vents, Canicule et Grand Froid.
- Le niveau de référence pour le 4^{ème} RP 900 des agressions séisme, inondation externe, agressions de la source froide, foudre et tornade est conforme à l'attendu WENRA. Les études menées sur le Palier 900 MWe montrent la bonne robustesse des installations pour les agressions Canicule et Grand Froid. Dans le respect de la prescription [AGR-C] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, EDF a défini et justifié un aléa allant au-delà des températures retenues dans son référentiel « Grands Chauds », correspondant à une période de retour décennelle. L'analyse réalisée a conclu à la robustesse des installations de Bugey pour faire face à cette situation sans modification de l'installation, y compris en cas de perte des alimentations électriques externes.
- Pour les Grands Vents, la robustesse des installations de Bugey est également démontrée directement sans modification de l'installation. En effet, les niveaux de vent de dimensionnement sur Bugey sont identiques aux niveaux de vent définis pour répondre au niveau de référence WENRA.
- Pour la Neige, EDF intégrera dans le référentiel d'exploitation, à échéance de la phase B, une prescription portant sur les ouvrages requérant un déneigement afin d'assurer la robustesse des installations à des niveaux d'aléa supérieurs au dimensionnement.

Prise en compte des effets du changement climatique sur les installations :

Dans une démarche d'anticipation, EDF souhaite s'assurer que le changement climatique ne remet pas en cause la garantie du bon dimensionnement des installations face aux aléas redoutés dont les caractéristiques seraient modifiées.

EDF a donc développé une démarche de prise en compte des changements climatiques pour les agressions externes naturelles qui est réalisée en lien avec la publication périodique des rapports du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat (GIEC) destinée à :

- identifier les aléas climatiques dont l'évolution est plausible ou certaine, ce qui pourrait conduire à une réévaluation à la hausse du niveau de l'aléa de référence,
- surveiller l'atteinte de critères représentatifs d'un niveau d'aléa déclenchant une analyse approfondie afin de

garantir la robustesse des valeurs de référence entre deux réexamens périodiques.

Ainsi les niveaux d'aléas climatiques sont actualisés en se basant sur l'état des connaissances scientifiques le plus récent, tant pour les données que pour les modèles ou les méthodes. Le bon dimensionnement des installations face aux aléas climatiques conduit pour chaque agression de référence à définir un niveau d'aléa basé, suivant les cas, sur un objectif de temps de retour ou sur un texte normatif (niveau de foudre par exemple). Ces niveaux d'aléas sont pris comme données d'entrées des études d'agressions menées dans le cadre du 4^{ème} RP 900.

La suite de ce paragraphe est dédiée à la présentation des résultats d'études des différentes d'agressions retenues au titre du 4^{ème} RP 900.

2.2.1.1 Incendie

Partie générique Palier

❖ Contexte et objet des études

Au-delà des objectifs généraux applicables à l'ensemble des agressions à considérer lors du 4^{ème} RP 900 (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 - § 2.2.1), l'objectif d'amélioration des exigences de sûreté visé par EDF pour les risques liés à l'incendie porte sur la vérification du bon dimensionnement de la sectorisation. Pour ce faire, EDF a exploité les progrès de modélisation afin d'améliorer la prise en compte des phénomènes liés à l'incendie.

Ces objectifs sont complétés par le respect des exigences réglementaires introduites par l'arrêté du 7 février 2012 modifié et la décision incendie n° 2014-DC-0417 du 28 janvier 2014 relative aux règles applicables aux installations nucléaires de base (INB) pour la maîtrise des risques liés à l'incendie.

Enfin, l'approche déterministe est complétée par une approche probabiliste qui fournit une évaluation plus globale de la robustesse de l'installation vis-à-vis de l'incendie (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.2.1).

La conception des tranches du Palier 900 MWe intègre depuis l'origine la protection contre les risques liés à l'incendie. La mise en œuvre du PAI (Plan d'Action Incendie) a déjà conduit EDF à un renforcement significatif de la prévention, de la détection et de la lutte contre l'incendie sur l'ensemble des unités, tant sur le plan matériel qu'organisationnel.

Les réévaluations menées à l'occasion des réexamens périodiques successifs et notamment la prise en compte du retour d'expérience ont par la suite conduit à une amélioration des modalités de prise en compte de l'incendie.

Des modifications ont ainsi été réalisées à l'occasion du 3^{ème} RP 900, notamment à l'issue des études d'évaluation des marges existantes (10 minutes supplémentaires de marge par rapport au dimensionnement à l'état 2^{ème} RP 900) sur le dimensionnement des protections contre les modes communs de câblage et des moyens minimaux de conduite vis-à-vis de leur résistance au feu.

Concernant les effets induits par les fumées d'incendie sur le fonctionnement des équipements et les effets de pression en cas d'incendie, EDF a, dans le cadre du 3^{ème} RP 1300, entrepris d'une part une démarche R&D qui s'est concrétisée par un programme d'actions proposé à l'ASN. D'autre part, EDF a engagé conjointement avec l'IRSN des études paramétriques sur les effets de pression en vue d'établir une méthode d'identification des locaux ou volumes de feu de sûreté dans lesquels un incendie est susceptible d'induire des ruptures de sectorisation de sûreté par effet de pression. Ces thèmes issus de l'instruction du 3^{ème} RP 1300 sont pris en compte dans le cadre du 4^{ème} RP 900.

Enfin, suite à l'accident de Fukushima, l'ASN a formulé la prescription technique ECS 12 demandant à EDF :

- d'évaluer la tenue au Séisme Majoré de Sécurité (SMS) des structures et matériels soumis à un requis de tenue au Demi-Séisme de Dimensionnement (DSD) et contribuant à la sectorisation incendie, à la détection incendie ou à l'extinction d'un incendie (systèmes d'extinction fixes) ;
- pour les éléments dont la tenue au SMS ne pourrait être justifiée, de présenter un programme de modifications.

A l'issue du GPO du 4^{ème} RP 900, l'ASN a formulé des demandes complémentaires concernant l'agression interne « Incendie ». EDF a alors complété les objectifs d'amélioration des études et a intégré dans son programme de travail du 4^{ème} RP 900 des évolutions sur les thématiques suivantes liées à l'incendie :

- justification de la sectorisation suivant une approche issue de l'EPR,
- effets induits par les fumées d'incendie,
- effets de pression induits par l'incendie,
- ré-inflammation des imbrûlés dans les gaines de ventilation,
- aggravant appliqué à l'incendie,
- sensibilité aux délais opérateur,
- modalités de déclinaison de la décision ASN sur l'incendie.

En complément, EDF a réalisé des analyses de l'impact d'un incendie sur les circuits véhiculant des fluides hydrogénés (jet enflammé).

❖ Synthèse des études

➤ Justification de la sectorisation

Sur la base de la méthode EPRESSI (méthode d'Evaluation des Performances Réelles des Eléments de Sectorisation Sous Incendie) déclinée sur l'EPR, EDF a développé, dans le cadre du 4^{ème} RP 900, une nouvelle méthode dénommée PEPSSI (Principe d'Evaluation Pour la Suffisance des éléments de Sectorisation Incendie) pour vérifier la robustesse des éléments de sectorisation des volumes de feu de sûreté du Parc en exploitation.

Cette méthode est déployée sur les protections contre les modes communs de câblage dans tous les volumes de feu de sûreté, sur les éléments de sectorisation en limite des zones de feu de sûreté et dans les locaux des volumes de feu à fort enjeu de sûreté. Lors de ces études, l'existence d'une marge de sécurité (10 %) entre la courbe de feu du local et la courbe de performance réelle de l'élément de sectorisation étudié est vérifiée.

En complément de ces études, la pertinence des critères PFL (locaux « *à possibilité de feu localisé* ») / PFG (locaux « *à possibilité de feu généralisé* ») utilisés dans les études dites « PAI » a été vérifiée.

Suite à ces études, EDF met en place les dispositions de protection complémentaires suivantes :

- protection par enrubannage de certains câbles (PNPE0302) ;
- remplacement ou ajout de portes coupe-feu (PNPE0420) ;
- renforcement à l'incendie des éléments de sectorisation de type « protection passive » (PNPE0302) ;
- sectorisation station de pompage (PNRL0962) ;
- modifications protection incendie en station de pompage (PNPE0405).

EDF met également en place une disposition visant à diminuer la charge calorifique dans certains locaux à enjeux sûreté (PNRL0925).

Les études de déclinaison de la méthode PEPSSI sur les éléments de sectorisation ont été achevées en décembre 2022. Elles ont notamment permis d'identifier les modifications qui seront réalisées sur les éléments de sectorisation dont la robustesse n'a pu être démontrée.

➤ **Effets induits par les fumées d'incendie**

La démarche entreprise par EDF depuis le début des années 2000 sur les risques de dysfonctionnement d'équipements sous l'effet des fumées a conduit à la mise au point d'un banc d'essais spécifiques (banc « MAFFE ») et d'un protocole d'essai associé.

En l'état actuel des connaissances, les effets de fumées restent un phénomène complexe qui a amené EDF à faire les choix industriels suivants :

- dans le cadre des études déterministes incendie liées au 4^{ème} RP 900, EDF intègre les effets induits par les fumées d'incendie sur les équipements les plus sensibles (matériels électroniques). Ces effets sont pris en compte à travers l'adoption de critères (température, présence de suie, durée d'exposition) traduisant l'effet des suies,
- EDF a également introduit ce critère de dysfonctionnement dans ses études probabilistes de sûreté (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.2),
- EDF poursuit ses actions de Recherche & Développement sur cette thématique.

Les études de prise en compte des effets de fumées sur le Palier CP0 Bugey permettent de vérifier la robustesse de l'installation vis-à-vis de ces effets.

➤ **Effets de pression induits par l'incendie**

En complément des études de justification de la sectorisation, une analyse du phénomène de montée en pression dans les locaux en cas d'incendie et de son effet potentiel sur les éléments de sectorisation est réalisée sur les volumes de feu de sûreté du palier CP0 Bugey.

Les travaux menés dans le cadre du 4^{ème} RP 900 s'appuient sur la méthodologie déclinée et instruite dans le cadre du 3^{ème} RP 1300. Les principes suivants ont été retenus pour l'analyse des effets de pression en cas d'incendie :

- identification des configurations susceptibles d'induire des ruptures de sectorisation,
- évaluation, par calcul, des niveaux de pression couvrant les conditions les plus défavorables pouvant être rencontrées du fait d'un incendie plausible.

Les études de prise en compte du phénomène de montée en pression en cas d'incendie sur le Palier CP0 Bugey permettent de justifier la robustesse de la sectorisation de sûreté sur cet aspect.

➤ **Ré-inflammation des imbrûlés dans les gaines de ventilation**

Les études de sectorisation ont été complétées par une analyse du risque de ré-inflammation d'imbrûlés par des gaz frais dans les gaines de ventilation.

Les études de déclinaison de la méthodologie de prise en compte du risque de ré-inflammation des imbrûlés par les gaines de ventilation sur le Palier CP0 Bugey ont conclu à la robustesse des dispositions existantes.

La robustesse de l'installation vis-à-vis de ce risque repose principalement sur la présence de clapets coupe-feu en limite des zones de feu de sûreté. Pour les zones de feu de sûreté non munies de clapets coupe-feu, la démonstration repose soit sur des analyses de risque incendie complémentaires s'appuyant pour quelques situations sur des modélisations incendie montrant l'absence de risque de propagation de gaz imbrulés par les gaines de ventilation, soit sur des analyses fonctionnelles montrant l'absence d'impact sur la sûreté. Aucune modification n'est donc nécessaire pour le 4^{ème} RP 900.

➤ **Impact d'un incendie sur les circuits véhiculant des fluides hydrogénés (jet enflammé)**

En cas d'incendie conduisant à la perte d'intégrité de circuits véhiculant des fluides hydrogénés, les études de sectorisation ont été complétées par une analyse du risque de génération d'un jet d'hydrogène enflammé. Les études de déclinaison de la méthodologie de prise en compte du risque de jet d'hydrogène enflammé et d'analyse des conséquences associées ont été réalisées sur le Palier CP0 Bugey. Suite à ces études, EDF met en œuvre une modification qui permet d'automatiser la fermeture de la vanne d'isolement H2 du système RHY en cas de détection incendie par le système JDT dans les locaux N414 et N424 (PNPE0393).

➤ **Déclinaison de l'aggravant**

Conformément à la démarche générale décrite au § 2.2.1, l'application d'un aggravant dans les études incendie a conduit à considérer la défaillance des clapets coupe-feu, des mécanismes de commande des portes coupe-feu asservies à la détection incendie et des matériels actifs des systèmes de lutte contre l'incendie.

En complément de ces études, une démarche d'analyse a été mise en œuvre pour le cas particulier de la défaillance des matériels statiques pour les études incendie.

Enfin, EDF réalisera des études complémentaires en application des prescriptions [AGR-E-I] et [AGR-E-II] émises par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900 :

Prescription [AGR-E-I] (partie relative aux portes) :

EDF a défini la liste des locaux dont la sectorisation est assurée par, au moins, une porte dont la position ouverte lors d'un incendie conduit à une augmentation significative du risque de fusion du cœur [...].

Prescription [AGR-E-II] (partie relative au risque de fusion du cœur) :

« L'exploitant identifie, indépendamment de leur fiabilité, les dispositions de protection contre l'incendie dont la défaillance conduit à une augmentation significative du risque de fusion du cœur [...]. Il met en œuvre des moyens permettant de réduire le risque de défaillance de ces dispositions et définit les exigences d'exploitation associées à ces moyens ».

Application d'un aggravant	Synthèse des études
Clapets et portes asservies	<p>La prise en compte d'un aggravant sur les Equipements de Disposition Agression (EDA) clapets coupe-feu et portes asservies à la détection incendie consiste à considérer qu'à la sollicitation ces équipements restent, en cas d'incendie, dans leur position initiale (ouvert).</p> <p>La démarche consiste alors à vérifier, dans ces conditions, que les conséquences de l'incendie ne dépassent pas les critères de rejets des accidents de dimensionnement de catégorie 4.</p> <p>Les études de déclinaison prenant en compte un aggravant sur les Equipements de Disposition Agression (EDA) clapets coupe-feu et portes asservies à la détection incendie ont permis de vérifier l'absence de mode commun sur les matériels des fonctions des systèmes redevables de l'application du Critère de Défaillance Unique (CDU) et leurs fonctions supports. Suite à ces études, EDF met en place des protections incendie complémentaires pour certaines situations non dédouanées par analyse (PNPE0302).</p>

Application d'un aggravant	Synthèse des études
Systèmes d'extinction fixes	<p>Les systèmes d'extinction fixe installés au titre de la démonstration de sûreté dans les bâtiments BK, BAN, RADIER et BL/BW ne disposent pas d'équipements actifs. Seuls les bâtiments BR et Diesels comportent des systèmes fixes d'aspersion en air composés de matériels actifs. La défaillance de ces matériels est postulée.</p> <p>L'accessibilité et la manœuvrabilité en local de ces équipements (vannes) ont été vérifiées. L'existence de redondances fonctionnelles associées à la mise en service manuelle des systèmes d'extinction (conformément aux délais opérateurs définis) garantissent la disponibilité des fonctions à protéger des effets de l'incendie en cas de départ de feu dans les locaux.</p> <p>Ainsi, les études de sensibilité menées afin d'apprécier l'impact des conséquences de l'incendie, en considérant un aggravant appliqué aux équipements actifs du système d'extinction automatique fixe de lutte contre l'incendie concluent à la robustesse des dispositions existantes. Aucune modification n'est donc nécessaire pour le 4^{ème} RP 900.</p>
Pompe d'eau incendie	<p>Le circuit de production d'eau incendie (JPC) de chaque tranche est alimenté à partir de 2 pompes entraînées chacune par un moteur électrique, dont l'alimentation en électricité est assurée respectivement par les voies A et B secourues chacune par les groupes électrogènes de la tranche concernée. Par ailleurs, les lignes de refoulement des installations de pompage de chaque tranche sont interconnectées par une bretelle avec une autre tranche.</p> <p>En conséquence, la prise en compte d'un aggravant, sur une pompe incendie, ne remet pas en cause la capacité du système à fournir la quantité d'eau requise pour l'incendie de référence de l'îlot nucléaire. Aucune modification n'est donc nécessaire pour le 4^{ème} RP 900.</p>

Pour le cas particulier de la défaillance des matériels statiques :

Equipements de sectorisation passifs	<p>L'application de la démarche pour le cas particulier de la défaillance des matériels statiques a conduit EDF à retenir à fort enjeu de sûreté certaines portes coupe-feu non asservies à la détection incendie. Pour celles-ci, EDF met en place des dispositifs d'alarme « porte ouverte » visant à assurer leur maintien fermé. Ces dispositifs font l'objet de la modification PNPE0337.</p> <p>Par ailleurs, d'autres éléments de sectorisation passifs ont été identifiés à enjeu de sûreté.</p> <p>Ces matériels seront tous traités en exploitation en leur attribuant un niveau d'importance maximal, c'est-à-dire comme les éléments de sectorisation situés entre voies opposées.</p>
Systèmes d'extinction fixes	<p>Pour les locaux à enjeu majeur, la non prise en compte des systèmes d'extinction fixe a permis d'identifier les locaux pour lesquels la sectorisation à elle seule n'est pas suffisante à éviter la propagation d'un incendie. L'aspersion incendie est alors considérée à enjeu de sûreté dans ces locaux, sauf si une modification est réalisée pour renforcer la sectorisation. L'analyse conclut qu'aucun local muni d'un système d'extinction fixe ne présente d'élément de sectorisation non robuste si le système d'extinction fixe équipant ce local n'est pas valorisé.</p>

➤ **Prise en compte des délais opérateurs**

Conformément à la démarche générale décrite au paragraphe § 2.2.1, l'étude a consisté à identifier l'ensemble des actions opérateur requises, en salle de commande et en local, pour la justification de la sectorisation incendie de sûreté, et à vérifier l'absence d'effet falaise lorsqu'on prend en compte un allongement du délai opérateur pour leur réalisation.

L'analyse des actions manuelles réalisées en salle de commande ou en local n'a pas identifié d'effet falaise lié à la prise en compte de ces délais opérateurs. Ainsi, aucune modification n'est nécessaire pour le 4^{ème} RP 900.

➤ **Déclinaison de la décision incendie de l'ASN**

Conformément à la décision ASN du 20 mars 2014 portant homologation de la décision ASN n° 2014-DC-0417 (dite « *Décision Incendie* ») faisant suite à l'Arrêté du 7 février 2012 modifié (dit « *Arrêté INB* ») la Démonstration de Maîtrise des Risques Incendie (DMRI) a été réalisée.

Elle a pour but de justifier que les dispositions de conception, de construction et d'exploitation prises à l'égard des risques liés à l'incendie sont appropriées et définies selon le principe de défense en profondeur.

Cette DMRI traite des risques radiologiques et des risques non radiologiques (appelés également dans le reste du texte « risques conventionnels »). Des méthodes différentes sont appliquées à ces deux types de risque.

La DMRI intègre :

- les éléments permettant d'apprécier le caractère enveloppe des incendies pris en compte,
- la démarche d'identification des EIP et des AIP et de leurs exigences définies (à la conception, la construction et en exploitation),
- l'analyse des moyens, matériels et humains, d'intervention et de lutte contre l'incendie,
- la liste des systèmes et structures identifiés comme EIP (avec un niveau de détail proportionné aux enjeux).

➤ **Vérification de la tenue au Séisme Majoré de Sûreté des équipements incendie**

Au titre de la prescription technique ECS 12, EDF a évalué la tenue au Séisme Majoré de Sécurité (SMS) des structures et matériels soumis à un requis de tenue au Demi-Séisme de Dimensionnement (DSD) et contribuant à la sectorisation incendie, à la détection incendie, ou à l'extinction d'un incendie (systèmes d'extinction fixes). A l'issue de ces études :

- La détection incendie est robuste au SMS après la rénovation de l'ensemble des matériels de détection (PNPP0196) ;
- Concernant la sectorisation active : les portes coupe-feu sont robustes au SMS. Les clapets coupe-feu sont robustes au SMS suite aux renforcements réalisés (PNPE0048 tome C) ;
- Concernant les systèmes d'extinction fixes :
 - Pour l'îlot conventionnel, des renforcements des ancrages des bâches incendie JPC et de quelques supports de lignes incendie JPC et JPD sont réalisés (PNPE0055) ;
 - L'îlot nucléaire (intérieur du bâtiment réacteur) est robuste au SMS sans modification ;
 - L'îlot nucléaire (extérieur du bâtiment réacteur) est robuste au SMS suite au déploiement des modifications PNPE0048 tome B et PNPP0440.

En conclusion, les équipements incendie dont le requis est la tenue au DSD sont robustes au SMS suite à ces études et au déploiement des modifications associées.

➤ Etudes complémentaires

En application de la prescription [AGR-D-I] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, EDF a pris en compte dans les études de maîtrise des risques liés à l'incendie (justification de la sectorisation, effet des fumées, effets de la pression) :

- l'ensemble des locaux de l'îlot nucléaire et de la station de pompage ;
- des hypothèses de modélisation enveloppes permettant d'établir les courbes de températures atteintes dans les locaux pour les feux d'armoires électriques et de chemins de câbles électriques susceptibles d'être rencontrés. En particulier, EDF retient, pour les feux d'armoires électriques, un coefficient de croissance du feu indépendant des conditions d'allumage et représentatif de l'atteinte d'une phase de combustion auto-entretenue.

En application de la prescription [AGR-D-II], EDF mettra en œuvre les modifications nécessaires au plus tard 5 ans après la remise du rapport de conclusions du réexamen.

EDF réalisera des études complémentaires en application de prescription [AGR-E-III] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900 : « *L'exploitant identifie les locaux les plus sensibles à l'indisponibilité des systèmes fixes d'aspersion. Il définit et met en œuvre des dispositions pour limiter les risques de perte de la sectorisation incendie dans ces locaux* ».

❖ Conclusion

Des évolutions significatives ont été introduites à l'occasion du 4^{ème} RP 900, notamment par l'amélioration de la prise en compte des effets de l'incendie dans les études déterministes et l'introduction des niveaux de référence WENRA (aggravant, délai opérateur).

Ces études ont permis de vérifier la robustesse de l'installation vis-à-vis des niveaux de référence WENRA et d'identifier, le cas échéant, les modifications nécessaires pour répondre aux exigences de sûreté liées à la protection contre le risque d'incendie.

Faisant suite à l'instruction des thématiques liées au risque incendie, EDF complète la démonstration par des études qui s'accompagnent le cas échéant de modifications complémentaires à celles d'ores et déjà prévues.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPE0048 tome C « Robustesse au séisme majoré de sûreté des Clapets Coupe-Feu »,
- PNPE0055 « Tenue au séisme majoré de sûreté des dispositions de protection contre l'incendie - réseaux JPD et ancrages JPC »,
- PNRL0962 « Sectorisation station de pompage »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. Les impacts documentaires de ces modifications ont été pris en compte.

Les modifications :

- PNPE0337 « Création de dispositifs d'alarme sur les portes coupe-feu à enjeu en vue de garantir leur maintien fermé »,
- PNPP0196 « Rénovation Globale Détection Incendie »,

sont en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900. Les impacts documentaires de ces modifications seront également pris en compte.

Les modifications :

- PNPE0048 tome B « Robustesse au séisme majoré de sureté du réseau incendie JP* hors BR »,
- PNPE0302 « Suppression des modes communs et soustraction des charges calorifiques de type PFG/PFL câbles par enrubannage » intégrant la PNPE0340 « Mise en place d'un enrubannage complémentaire à Bugey pour traiter l'aggravant WENRA sur clapet coupe-feu » et la PNPE0444 « Protection passives incendie – Traitement de traversées et de joints »,
- PNPE0393 « Asservissement de la vanne d'isolement H2 RHY à JDT »,
- PNPE0420 « PEPSSI – Remplacement ou ajout de portes coupe-feu »,
- PNPE0405 « Modifications Incendie suite aux études PEPSSI »,
- PNRL0925 « Traitement de risques incendie par gestion de nouvelles charges calorifiques »,

seront déployées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900.

La modification PNPP0440 « Rénovation du système d'extinction gaz du panneau de repli voie A » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche 3 du CNPE du Bugey prévue au plus tard en phase B.

2.2.1.2 Explosion interne

Partie générique Palier

❖ Contexte et objet des études

L'objectif recherché est d'assurer la protection de l'installation contre le risque d'Explosion Interne. Cette démarche a été déclinée pour la première fois lors du 3^{ème} RP 900. Elle intègre depuis les conclusions du GPR de clôture du 3^{ème} RP 900.

A l'occasion du 4^{ème} RP 900, EDF a décliné cette démarche mise à jour dans le but de conforter la robustesse des tranches.

En complément des nouvelles analyses dues au titre de l'instruction relative au « *complément du référentiel* » (études de sensibilité aux niveaux de référence WENRA, aggravant et délais opérateur – cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1), EDF a :

- consolidé les principes d'évaluation des effets de l'explosion sur la sûreté,
- pris en compte l'impact des effets de l'explosion sur la sectorisation incendie,
- pris en compte les suites de l'instruction du 3^{ème} RP 1300, en intégrant des analyses détaillées sur des thématiques particulières (notamment : fuites en dehors des organes démontables, risque interne aux circuits).

Dans une démarche de vérification de la conformité des installations, EDF s'assure que les débits de ventilation mesurés sur les sites sont conformes aux hypothèses retenues dans les études relatives au risque d'explosion (cf. Volet I - Chapitre 1 - Section 4).

La démonstration de sûreté relative au risque d'Explosion Interne est axée sur la prévention de l'explosion. L'objectif des études consiste à identifier les locaux et emplacements pour lesquels, en considérant des hypothèses enveloppes, la formation d'un nuage inflammable ne peut pas être exclue malgré les dispositions prévues pour éviter l'accumulation de gaz. Dans ce cas, des mesures sont prises pour supprimer les sources possibles de fuite ou, *a minima*, d'ignition.

De plus, une analyse des conséquences fonctionnelles est menée pour les locaux pour lesquels la formation d'un nuage inflammable ne peut être exclue pour vérifier que les dommages engendrés par l'explosion ne remettent pas en cause les cibles de sûreté présentes. Ces locaux sont dits « *à risque majeur de sûreté* ». Pour ces locaux, l'analyse vise à renforcer si nécessaire, les dispositions constructives (prévention, exclusion, limitation des effets...).

❖ Synthèse des études

Îlot nucléaire

Les études consistent à vérifier la prévention (par défaut la limitation) de dégagements d'hydrogène, de formation de nuages inflammables et l'absence de risques d'ignition pour les locaux identifiés à risque. Cette démarche est complétée par l'analyse des conséquences pour la sûreté donnant lieu pour les locaux à risque majeur de sûreté à un renforcement des dispositions de prévention. Concernant l'analyse du risque d'explosion interne aux circuits de l'îlot nucléaire, les études consistent à identifier l'ensemble des scénarios potentiels et plausibles.

L'analyse du risque d'explosion interne à l'îlot nucléaire est basée sur la présence de circuits véhiculant de l'hydrogène et de batteries (procédé générateur d'hydrogène, notamment en charge) qui sont considérés comme les seules sources pouvant être à l'origine de la formation d'un nuage inflammable en fonctionnement normal.

Seuls ces éléments sont considérés pour l'analyse de risque car :

- les risques liés à la présence temporaire de bouteille de gaz pour intervention sont couverts par des dispositions organisationnelles,
- les transformateurs et disjoncteurs présents dans l'îlot nucléaire ne contiennent pas d'huile. Or, le retour d'expérience montre que le risque d'explosion relatif aux transformateurs et disjoncteurs est lié aux matériels avec capacité d'huile. Il n'est donc pas retenu de risque d'explosion sur ce point.

Les études menées ont notamment permis d'identifier les circuits véhiculant de l'hydrogène et les locaux dans lesquels cheminent des circuits hydrogénés avec singularités.

La synthèse des études est décrite dans les paragraphes suivants.

Les études support du 4^{ème} RP 900 sont menées selon trois axes qui sont la déclinaison de la méthodologie de protection contre le risque d'Explosion Interne, la prise en compte de l'aggravant et la prise en compte des délais opérateurs. Ces études intègrent l'ensemble des enseignements des précédents réexamens, l'instruction du GPO du 4^{ème} RP 900 ainsi que l'instruction dédiée de la thématique explosion dans le cadre du 4^{ème} RP 900.

➤ **Déclinaison de la méthodologie de protection contre le risque d'explosion interne**

- Vérification de l'adéquation des exigences de conception :

Deux types d'agressions sont susceptibles d'entraîner une rupture franche de tuyauteries et donc un dégagement d'hydrogène : la RTHE (Rupture de Tuyauterie Haute Energie) et le séisme. Le démontage erroné de singularités² a également été identifié comme un initiateur potentiel.

Exigences de conception applicables aux circuits

Les dispositions de prévention applicables aux circuits véhiculant de l'hydrogène exigées par le référentiel permettent d'éviter le dégagement d'hydrogène et le risque d'ignition :

- o étanchéité à la conception (vannes à membrane privilégiées, liaisons soudées, suivi en exploitation et maintenance adaptée),
- o circuits et matériels mis à la terre,
- o en dehors du BR : vérification systématique de l'intégrité sous séisme (dont séisme-événement) et suite à la Rupture de Tuyauteries Haute Energie (fouettement).

A noter que des supports ont été ajoutés ou modifiés de manière à assurer la tenue au séisme, et des cadres anti-fouettement ont été mis en place, dans le cadre du 3^{ème} RP 900.

Exigences de conception applicables aux locaux

Les dispositions de prévention applicables aux locaux dans lesquels cheminent des circuits hydrogénés avec singularités exigées par la démonstration de sûreté permettent de limiter le risque de formation d'un nuage inflammable :

- o existence d'une ventilation mécanique,
- o limitation des zones mortes dans les locaux et équipements,
- o présence d'une détection hydrogène (hors BR),
- o mise en place dans les locaux à risque, de matériels et appareils de catégorie ATEX (adaptés aux

² Exemples de singularités sur un circuit : une vanne, un raccord non soudé entre 2 portions de tuyauteries

conditions d'ATmosphère EXplosive) appropriée.

EDF a réalisé en complément une analyse des transferts d'hydrogène d'un local à risque vers un local non à risque et donc non équipé de matériel ATEX. Cette analyse a permis de conclure à l'absence d'impact des transferts par les inétanchéités pour le palier CP0 Bugey.

Déclinaison des exigences de conception

Dans le cadre du 3^{ème} RP 900, des modifications ont été réalisées afin de limiter, voire supprimer, les dégagements d'effluents hydrogénés dans les locaux du BAN.

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, aucune modification supplémentaire n'est à mener. En effet, les exigences du référentiel sont respectées :

- les dispositions préconisées pour exclure ou en tout cas limiter significativement le risque de dégagement de gaz inflammable sont respectées, en particulier la ventilation des locaux batteries est dimensionnée pour évacuer l'hydrogène généré et permet d'éviter toute accumulation,
 - dans les locaux où le risque de fuite d'hydrogène ne peut pas être écarté, une détection est en place pour assurer la surveillance.
- Vérification de la limitation des risques d'ignition pour les locaux à risques et les gaines de ventilation associées :

Pour tous les locaux classés « à risque d'atmosphère explosive », les sources possibles de déclenchement d'une explosion doivent être supprimées : des matériels certifiés « ATEX » (conçus pour ne pas constituer une source d'inflammation dans une ATmosphère EXplosive) sont installés dans ces locaux et les circuits sont mis à la terre afin de limiter le risque d'inflammation des mélanges inflammables.

Par ailleurs, l'absence de risque d'ignition d'un nuage inflammable repris par une gaine de ventilation doit être vérifiée jusqu'au point de dilution à partir duquel la concentration en hydrogène est en dessous de la Limite Inférieure d'Explosivité (LIE).

A l'occasion du 3^{ème} RP 900, tous les matériels situés sur les gaines de ventilation depuis la bouche d'extraction jusqu'au point de dilution ont été remplacés par des matériels certifiés ATEX 3G *a minima*, à l'exception des chaînes de mesure KRT.

La certification ATEX de ces chaînes KRT n'étant pas réalisable, la solution retenue est la coupure automatique de l'alimentation des chaînes KRT de surveillance des gaines de ventilation par le système de détection de présence d'hydrogène KHY (affaire PNPP0926 volet A). Ainsi, en cas de présence d'hydrogène dans les locaux scrutés et identifiés à risque et de propagation dans les gaines de ventilation, le risque d'ignition de l'atmosphère explosive par les chaînes KRT est supprimé.

EDF a complété l'analyse des risques d'ignition d'une atmosphère explosive dans les gaines d'extraction des locaux du BAN dans le cadre du 4^{ème} RP 900. Cette analyse a permis de conclure à l'absence de matériels à risque d'ignition dans les portions des gaines des ventilations d'extraction où un mélange explosif pourrait être présent. En complément, la mise à la terre de certaines gaines de ventilation est réalisée (PNRL0924).

En complément, dans le cadre du 4^{ème} RP 900, la réalisation de calculs affinés de dispersion d'hydrogène en 3 dimensions a mis en évidence la propagation d'un mélange inflammable dans plusieurs locaux du BAN. Dans le cadre du 4^{ème} RP4 900, ces zones nécessitent le remplacement des matériels non ATEX par des matériels ATEX. Ce remplacement est porté par la modification PNPE0349.

- Traitement du BR :

Le BR fait l'objet d'une démarche de vérification spécifique puisque la conception, les mesures d'exploitation et d'installation du BR sont telles que le risque de formation d'atmosphère explosive est jugé résiduel, compte tenu des volumes d'air mis en jeu dans le BR.

Ainsi, les études menées dans le cadre du 3^{ème} RP 900 présentant l'analyse du risque d'explosion dans le bâtiment réacteur concluent à l'absence de risque et restent applicables au 4^{ème} RP 900.

EDF a également réalisé une analyse du risque de formation locale de mélange inflammable H₂-air dans le cadre du 4^{ème} RP 900. Elle a permis de conclure à l'absence de risque. En complément, la prescription [AGR-G-I] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900 demande qu'au plus tard le 31 décembre 2025, EDF « *évalue, de manière quantifiée, les risques de formation d'une atmosphère explosible dans le bâtiment du réacteur, y compris en cas de survenue d'un séisme, en étudiant les phénomènes susceptibles de se produire à proximité des fuites considérées* » et définisse « *les éventuelles dispositions à mettre en œuvre au regard des enjeux pour la sûreté et le calendrier associé* ».

- Analyse des conséquences fonctionnelles – Traitement des locaux à « risque majeur de sûreté » :

Conformément aux objectifs annoncés (consolidation des principes d'évaluation des effets de l'explosion sur la sûreté, prise en compte de l'impact des effets de l'explosion sur la sectorisation incendie), EDF a mis à jour l'analyse des conséquences sur la sûreté d'une explosion dans l'îlot nucléaire, hors Bâtiment Réacteur (le risque de formation d'une atmosphère explosive dans le Bâtiment Réacteur faisant l'objet d'un traitement spécifique – voir ci-dessus), dans le but de vérifier que les effets des explosions potentielles ne remettent pas en cause l'accomplissement des fonctions de sûreté.

Pour le palier CP0 Bugey, les études permettent de justifier et d'affiner les hypothèses considérées dans les analyses des conséquences fonctionnelles : sur la base des résultats de calculs (bon comportement des structures primaires du BAN, champs des surpressions obtenus dans le bâtiment considérant l'effacement de fusibles type portes, cloisons parasismiques et murs en parpaings), des zones d'impact réalistes ont été définies au cas par cas et les effets considérés dans les zones ont été adaptés au niveau de sévérité des explosions dans celles-ci. De plus, l'impact de la perte d'éléments de sectorisation incendie suite à une explosion a été pris en compte dans ces analyses. Il est considéré que dans les locaux contenus dans les secteurs de feu mis en communication avec la zone d'explosion, les matériels non intrinsèquement robustes à l'incendie sont perdus.

Les résultats des analyses des conséquences fonctionnelles sont une liste de locaux identifiés comme étant « *à risque majeur de sûreté* » :

- pour les locaux du BAN identifiés à « *risque majeur de sûreté* » et en cas d'impossibilité de supprimer le risque (à titre d'exemple le déplacement ou la protection des cibles de sûreté, l'isolement automatique de la fuite), les matériels de ces locaux doivent être ATEX 2G,
- pour les locaux batteries identifiés à « *risque majeur de sûreté* », la ventilation doit être secourue électriquement et être robuste au séisme.

Quelques nouveaux locaux du BAN CP0 Bugey ont été identifiés à risque majeur de sûreté :

- A l'exception d'un local du BAN, les locaux étaient déjà identifiés à risque d'atmosphère explosive (mais pas à risque majeur de sûreté) au 3^{ème} RP 900 :
 - Dans la plupart des cas, les matériels avaient alors par défaut été remplacés par du matériel ATEX 2G (PNXX0732 « Mise en place de matériel ATEX »). Il n'est donc pas nécessaire de renforcer les dispositions existantes vis-à-vis de la limitation du risque d'ignition dans ces locaux.

- Certains locaux du BAN contenaient des matériels ATEX 3G en cohérence avec le référentiel du 3^{ème} RP 900 : dans ces locaux, EDF remplace des matériels associés au système TEG par des matériels ATEX 2G.
- Un local du BAN CPO Bugey a été identifié « *à risque majeur de sûreté* » suite à des évolutions de référentiel RP4 900 (prise en compte de l'incendie induit par l'explosion et utilisation nouvelle méthode de calcul 3D permettant d'évaluer les effets des explosions sur le génie civil notamment) et n'était pas identifié à risque au 3^{ème} RP 900 : pour ce local, EDF remplace tous les matériels électromécaniques non ATEX par des matériels de niveau ATEX 2G.

En ce qui concerne les locaux batteries situés dans les bâtiments BL et BW, certains deviennent également à risque majeur de sûreté par application des principes de la méthodologie du 4^{ème} RP 900. En conséquence, les systèmes DVLd et DVLe doivent être robustes au séisme. L'affaire PNPE0118 « Renforcement sismique de la ventilation des locaux batteries » est déployée lors du 4^{ème} RP 900 pour renforcer au séisme les systèmes de ventilation des locaux batteries (DVLd et DVLe) et constitue la disposition pour répondre à l'objectif de prévention du risque. Par ailleurs, en cas de détection de la perte de la ventilation ou d'hydrogène dans les locaux batteries, une action opérateur est mise en œuvre : ouverture des portes des locaux batteries pour rétablir une circulation d'air grâce à la ventilation des locaux adjacents.

Les locaux « *à risque majeur de sûreté* » ont fait l'objet d'investigations complémentaires par EDF afin d'analyser la faisabilité et la pertinence de moyens de protection complémentaires. Dans ce cadre, afin de réduire le risque de fuite d'hydrogène, EDF mettra en œuvre une condamnation d'exploitation sur les singularités de certains locaux à enjeux majeur de sûreté dans le cadre de la phase B.

En complément des études réalisées et des dispositions déjà identifiées, la prescription [AGR-G-I] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900 demande qu'au plus tard le 31 décembre 2025, EDF : « *identifie, pour les explosions susceptibles de conduire à la perte d'une fonction de sûreté, les situations pour lesquelles la disponibilité des équipements nécessaires à l'atteinte et au maintien de l'état sûr du réacteur n'est pas assurée* » et définisse « *les éventuelles dispositions à mettre en œuvre au regard des enjeux pour la sûreté et le calendrier associé* ».

- Prévention des risques à l'intérieur des circuits :

Les dispositions de conception et d'exploitation existantes (oxygènemètre, inertage à l'azote, manchette amovible, etc.) permettent d'éviter le risque de formation d'une atmosphère explosive à l'intérieur des circuits.

Afin de s'assurer que ces dispositions répondent bien à l'objectif de prévention du risque, une analyse du risque de formation d'une atmosphère explosive dans les circuits a été réalisée sur la base d'un REX national et international. Ce REX a été étendu au risque hors des circuits (y compris hors des bâtiments de l'îlot nucléaire). Il conclut que les dispositions de prévention et d'exploitation existantes répondent à l'objectif, au regard des incidents remontés.

En complément, EDF a développé et décliné une méthodologie permettant d'identifier l'ensemble des scénarios potentiels et plausibles concernant l'analyse du risque d'explosion interne aux circuits de l'îlot nucléaire. La déclinaison sur les installations CPO Bugey confirme la robustesse des principes généraux de fonctionnement en surpression, soutenus par des systèmes techniques tels que l'inertage (gaz inerte : azote), le suivi instrumenté en continu, les prises d'échantillon et l'arrêt automatique sur détection d'oxygène (TEG) qui contribuent à la maîtrise des risques d'explosion interne au sein des circuits. L'analyse réalisée dans le cadre de cette déclinaison fait toutefois ressortir un scénario plausible d'explosion. Pour ce scénario, EDF met en œuvre une disposition complémentaire permettant de réduire le risque d'explosion à l'intérieur d'une bache RCV (PNRS0024).

- Dégagements d'hydrogène en dehors des singularités à caractère démontable :

EDF a renforcé sa démonstration relative au risque d'explosion associé aux lignes hydrogénées du BAN en analysant la possibilité de fuites en dehors des organes démontables. Cette étude a mis en évidence la robustesse de la conception.

Les locaux pour lesquels un initiateur potentiel de fuite est considéré, et dans lesquels une explosion conduirait à un mode commun sur une fonction de sûreté, sont appelés « locaux sensibles ». Dans le cadre des suites du GP Agressions, EDF a par ailleurs enrichi son analyse en vérifiant les conséquences fonctionnelles d'une explosion consécutive à une fuite en portion courante : EDF a identifié 17 locaux « sensibles ». Les tuyauteries véhiculant un fluide hydrogéné présentes dans ces locaux font l'objet d'une surveillance par l'exploitant. Les évolutions futures des modalités de surveillance des tuyauteries véhiculant un fluide hydrogéné prendront en considération cette spécificité. En réponse au premier alinéa de la prescription [AGR-G-I] citée en amont, EDF apportera des compléments d'analyse également pour les locaux sensibles.

➤ **Déclinaison de l'aggravant**

Conformément à la démarche générale décrite au paragraphe § 2.2.1, la démarche de vérification de la robustesse de l'installation vis-à-vis de l'aggravant consiste en une étude considérant les cumuls plausibles d'explosion interne avec un aggravant appliqué aux équipements actifs permettant de prévenir l'agression ou d'en limiter ses conséquences (Équipement de Disposition Agression).

Le but est de s'assurer que les objectifs suivants ne sont pas remis en cause par la prise en compte d'un aggravant (et le cas échéant l'absence d'impact sur les fonctions de sûreté est vérifiée) :

- la prévention de la formation d'un nuage inflammable,
- la prévention d'une explosion.

Les fonctions participant à la prévention de la formation d'un nuage inflammable sont :

- la ventilation (en appliquant le principe de continuité de service, la prise en compte d'un aggravant peut être écartée),
- l'asservissement d'une vanne de coupure à la détection d'hydrogène dans certains locaux du BAN et du BW,
- la surveillance de la présence d'un débit de ventilation dans les locaux batteries.

La seule disposition permettant de prévenir l'ignition d'une explosion consiste à installer du matériel certifié ATmosphère EXplosive (ATEX) de niveau 3G, ou 2G pour les locaux à enjeu majeur de sûreté. Il s'agit d'une disposition passive.

Afin de prévenir le déclenchement d'une explosion dans un local présentant un risque d'atmosphère explosive, l'alimentation des matériels électriques est asservie à la détection d'hydrogène dans certains locaux. Un aggravant est considéré sur cet asservissement.

Des analyses de prise en compte de l'aggravant sur les différentes chaînes d'asservissement ont été réalisées : elles concluent toutes à la nécessité de renforcer la détection (élément le moins fiable de la chaîne) qui est donc doublée (« Déclinaison aggravant WENRA pour détection hydrogène » PNPP0926 volet C).

La détection de sous-débit des ventilations des locaux batteries est également complétée, au titre de la prise en compte d'un aggravant, par l'ajout d'une détection hydrogène dans ces locaux (« Ajout de détecteur hydrogène dans les locaux batteries » PNPP0926 volet B).

Dans le respect de la prescription [AGR-G-II] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, EDF a identifié les dispositions de protection contre l'explosion interne dont la défaillance conduirait à une augmentation significative du risque de fusion du cœur ou à des pertes des moyens redondants d'appoint en eau ou des moyens de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible et a défini les moyens à mettre en œuvre pour réduire le risque de défaillance de ces dispositions, les exigences d'exploitation associées à ces moyens ainsi que le calendrier de déploiement associé :

- des modifications des dispositions d'exploitation ;
- la mise en place d'un dispositif d'alerte d'ouverture, retransmis en salle de commande, de toutes les portes à enjeu de sûreté (PNPE0337).

➤ **Prise en compte des délais opérateurs**

Conformément à la démarche générale décrite au § 2.2.1, l'étude consiste à identifier l'ensemble des actions opérateur requises, en salle de commande et en local, pour la protection contre l'agression, et de vérifier l'absence d'« *effet falaise* » lorsque l'on prend en compte un allongement du délai opérateur pour accomplir celles-ci.

Le seul cas de figure nécessitant une action d'un opérateur est la perte de la ventilation ou la détection d'hydrogène dans un local batterie, entraînant la surveillance en local de la concentration en hydrogène, l'ouverture des éventuels registres inter-voies et de la porte du local. L'action opérateur est réalisée dans un délai bien inférieur à l'atteinte de la LIE, il n'y a pas de risque de formation d'un nuage inflammable. Aucune disposition additionnelle n'est donc nécessaire.

Par ailleurs, des exercices sur la thématique explosion interne sont mis en place pour les intervenants sur les CNPE à l'occasion du 4^{ème} RP 900 dans le but d'apprécier la bonne mise en œuvre des parades valorisées dans la démonstration de maîtrise du risque d'explosion.

Hors îlot nucléaire

Les études consistent à s'assurer que les scénarios de fuite d'hydrogène retenus sont maîtrisés et que les effets résiduels d'une explosion sont acceptables vis-à-vis des cibles assurant une fonction de sûreté.

Hors îlot nucléaire, les principaux risques d'explosion sont présents en salle des machines, en galeries techniques, dans les caniveaux, sur les parcs à gaz et aux postes de vidange rapide alternateur. Cette démarche est complétée par les analyses d'impact sûreté avec prise en compte des cumuls Foudre / Explosion, Projectiles générés par le grand vent / Explosion et de la prise en compte d'un aggravant dans les études du risque d'Explosion Interne hors îlot nucléaire. La prise en compte de la sensibilité aux délais d'intervention de l'opérateur est sans objet, aucune action opérateur n'étant valorisée dans la démonstration.

Le risque d'explosion lié au transport de marchandises dangereuses est également pris en compte dans le paragraphe 2.2.1.15 « Maîtrise du risque industriel ».

La synthèse de ces analyses de risques est décrite dans les paragraphes suivants.

➤ **Déclinaison de la méthodologie de protection contre le risque d'Explosion Interne**

Analyse du risque d'explosion d'hydrogène dans la salle des machines :

Trois types d'agressions (RTHE, séisme, incendie) sont susceptibles d'entraîner une rupture franche d'une tuyauterie d'hydrogène, que ce soit sous l'effet de l'impact d'un fragment de matériel environnant qui pourrait tomber sur la tuyauterie suite à un séisme, d'un choc (RTHE) ou d'une fragilisation par échauffement (incendie). Le démontage erroné de singularités a également été identifié comme un initiateur potentiel.

Le scénario enveloppe serait la vidange totale de l'hydrogène contenu dans l'alternateur suite à la rupture de la tuyauterie de retour d'huile sur le circuit GHE. Dans ces conditions, deux explosions de natures différentes peuvent se produire :

- l'explosion du jet d'hydrogène : les niveaux de surpression générés pourraient engendrer un arrachement du bardage de la salle des machines mais ne seraient pas de nature à remettre en cause la stabilité de la salle des machines,
- l'explosion d'une nappe d'hydrogène (en partie haute et basse) : les niveaux de surpression engendrés pourraient provoquer une projection du bardage de la toiture et de la partie supérieure de la salle des machines mais ne seraient pas en mesure d'endommager les parois de la salle des machines.

Ces deux explosions sont susceptibles d'entraîner la perte d'EIPS en salle des machines. La perte de ces matériels n'est pas de nature à remettre en cause les fonctions fondamentales de sûreté soit parce que la fonction accomplie par ces matériels n'est pas remise en cause, soit parce qu'elle est compensée par d'autres fonctions situées dans l'îlot nucléaire.

Ainsi, la conception des salles des machines du Palier CP0 Bugey satisfait aux exigences de sûreté en l'état des installations.

Analyse du risque d'explosion d'hydrogène dans les galeries techniques :

Le parc à gaz est accolé à la salle des machines. Il n'y a pas de galerie technique contenant de l'hydrogène.

Analyse du risque d'explosion d'hydrogène des postes de vidange rapide alternateur :

Parmi les agresseurs susceptibles de porter atteinte à l'intégrité des tuyauteries d'hydrogène des postes de vidange rapide alternateur sont identifiés, pour le Palier CP0 Bugey :

- le séisme,
- un incendie,
- les Projectiles Générés par Grand Vent (PGGV),
- la foudre.

Vis-à-vis de ces agressions, le scénario enveloppe considéré est la vidange de tout l'hydrogène contenu dans l'alternateur par la rupture d'une ou plusieurs tuyauterie d'hydrogène du poste. Le phénomène redouté est ainsi une explosion dans le jet : une inflammation retardée du jet d'hydrogène générant ainsi une explosion dans le jet et la propagation d'une onde de surpression est supposée.

Sur les sites du Palier CP0 Bugey, aucune cible de sûreté ne se trouve à moins de 25 m des postes de vidange rapide de l'alternateur. L'explosion d'hydrogène au niveau des postes de vidange rapide alternateur n'engendre pas de conséquence sur la sûreté.

Analyse du risque d'explosion d'hydrogène dans les caniveaux :

Il n'y a pas de caniveau contenant de l'hydrogène sur le site de Bugey.

Analyse du risque en station de pompage :

Les stations de pompage de Bugey ne contiennent pas de circuit véhiculant un gaz susceptible de présenter un risque explosion.

Analyse du risque d'explosion d'hydrogène au niveau des parcs à gaz :*Analyse du REU (Risque d'Eclatement Unitaire)*

L'éloignement des parcs à gaz GRV/RAZ et GNU par rapport aux cibles de sûreté permet d'exclure tout endommagement dû à l'onde de surpression générée par une explosion. Vis-à-vis du risque de projectile unique, l'étude probabiliste, menée sur le site enveloppe, conclut à une probabilité d'occurrence de rejets radioactifs jugée résiduelle.

Analyse du RDI (Risques d'effets Dominos Internes)

Sur les parcs à gaz GRV/RAZ et GNU, la séparation conteneurs (cadres de bouteilles de gaz et bouteilles de gaz individuelles) est réalisée par des casemates non confinées en béton armé. Le pouvoir couvre-feu de ces parois est suffisant pour écarter tout risque d'explosion des conteneurs voisins par le flux thermique engendré par l'incendie d'un conteneur du parc.

Ces dispositions permettent d'exclure le risque d'effet domino induit par un incendie généralisé d'origine interne au parc à gaz.

Analyse du RIE (Risques explosions dus à un Incendie généralisé d'origine Externe)

La principale parade adoptée vis-à-vis du risque d'incendie externe est l'éloignement physique des parcs à gaz des éléments identifiés à risque que sont :

- les transformateurs non casematés,
- les routes ou zones de stationnement,
- les bâtiments sans paroi coupe-feu.

L'implantation des parcs à gaz GRV/RAZ et GNU respecte les critères d'éloignement hormis pour un transformateur non casematé pour lequel un mur coupe-feu a été créé. Ces dispositions permettent d'exclure le risque d'effet domino induit par un incendie généralisé d'origine externe au parc à gaz.

Analyse des agressions externes (séisme, RTHE, PGGV, foudre et incendie)

Compte-tenu du risque d'agression des capacités sous pression et des conséquences associées, l'analyse de risque d'explosion spécifique à chaque site conclut à la nécessité de mettre en place des protections adéquates telles que :

- Pour les parcs GRV (hors réservoir d'azote liquide) :
 - protection des stockages de gaz contre les agressions externes (incendie externe à l'installation, séisme pour les gaz explosifs, RTHE, projectiles générés par grand vent pour les gaz explosifs, foudre) afin de prévenir le risque d'explosion,
- Pour le réservoir d'azote liquide RAZ :
 - protection du ballon d'azote contre les agressions externes (incendie externe à l'installation, séisme, RTHE, projectiles générés par grand vent, foudre) afin de prévenir le risque de BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion).
- Pour les parcs à gaz GNU (PNPP0012) :
 - protection des stockages de gaz contre les agressions externes (incendie externe à l'installation, séisme, RTHE, projectiles générés par grand vent, foudre) afin de prévenir le risque d'explosion.

Analyse du risque d'explosion consécutivement à l'impact de la foudre (cumul Foudre / Explosion) :

Les critères retenus à la conception pour la salle des machines et le parc à gaz permettent d'écarter la foudre comme agresseur potentiel des tuyauteries d'hydrogène.

Ainsi, aucune modification liée à la prise en compte du cumul Foudre / Explosion dans les études n'est à envisager au 4^{ème} RP 900 pour les bâtiments hors de l'îlot nucléaire.

Analyse du risque lié au transport interne de marchandises dangereuses (hors substances radiologiques) :

Une analyse spécifique vis-à-vis des risques de type « *explosion* », « *incendie* » et « *émission de substances dangereuses (toxiques)* » d'un camion transportant des marchandises dangereuses a été réalisée. La thématique associée aux transports de marchandises dangereuses est traitée dans le paragraphe 0 « Maîtrise du risque industriel ».

➤ **Etude de la prise en compte d'un aggravant dans les études**

Les bâtiments et ouvrages de l'îlot conventionnel concernés par cette analyse sont :

- la salle des machines,
- le poste de vidange rapide de l'alternateur,
- les parcs à gaz.

En salle des machines et au poste de vidange rapide de l'alternateur, aucune disposition n'est nécessaire pour prévenir ou se prémunir des conséquences d'une explosion consécutivement à un séisme, un incendie ou à une RTHE. A ce titre, conformément à la démarche retenue d'application d'un aggravant, aucun aggravant n'est retenu dans les études.

Au niveau des parcs à gaz, les dispositions valorisées pour la prise en compte du risque d'explosion sont des dispositions passives.

L'application d'un aggravant n'induit donc pas de conséquence pour la sûreté. Ainsi, aucune modification liée à la prise en compte de l'aggravant dans les études « *Explosion Interne* » n'est nécessaire pour le 4^{ème} RP 900 pour les bâtiments hors de l'îlot nucléaire.

❖ Conclusion

Des évolutions significatives ont été apportées à la démonstration de sûreté dans le cadre du 4^{ème} RP 900. En particulier, la réalisation d'études détaillées et complètes a permis de caractériser physiquement les effets des explosions sur les installations et ainsi de justifier quantitativement les hypothèses considérées pour les analyses des conséquences fonctionnelles.

Par ailleurs, les études réalisées, en tenant compte des niveaux de référence WENRA et de l'aggravant en particulier, conduisent à des compléments à la démonstration de sûreté et à la mise en œuvre de dispositions additionnelles.

Pour les bâtiments « îlot nucléaire » :

Ces études et les modifications associées qui sont mises en œuvre pour le 4^{ème} RP 900 permettent :

- de réduire le risque de formation d'une atmosphère explosive dans les locaux du BAN,
- de réduire le risque de défaillance de la ventilation dans les locaux batteries et le risque d'accumulation d'hydrogène.

Des compléments d'études seront menés au titre de la prescription [AGR-G] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900.

Pour les bâtiments « hors îlot nucléaire » :

L'examen du risque Explosion Interne (en prenant en compte les parades mises en place) a permis de conclure à l'absence de conséquence pour la sûreté (cas des salles des machines, des postes de vidange rapide alternateur et des parcs à gaz).

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPE0118 « Renforcement sismique de la ventilation des locaux batteries »,
- PNPP0012 « Modification et reconstruction des parcs à gaz SGZ pour mise en conformité avec le référentiel Explosion Interne »,
- PNPP0926 volet A « Asservissement de coupure de la chaîne KRT sur détection KHY en gaine de ventilation »,
- PNPP0926 volet B « Ajout de détecteur hydrogène dans les locaux batteries »,
- PNRL0924 « Mise à la terre des gaines de ventilation »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. Les impacts documentaires de ces modifications ont été pris en compte.

La modification PNPE0349 « Remplacement de détecteurs du réseau de détection incendie (JDT) : matériels ATEX » est partiellement réalisée dans les locaux de la paire de tranches 2/3. Le solde des travaux sera déployé dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la paire de tranches 2/3 du CNPE du Bugey prévue au plus tard en 2025.

Les modifications :

- PNPP0926 volet C « Déclinaison aggravant WENRA pour détection hydrogène »,
- PNPE0337 « Création de dispositifs d'alarme sur les portes coupe-feu à enjeu en vue de garantir leur maintien fermé »,

sont en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900. Les impacts documentaires de ces modifications seront également pris en compte.

La modification PNR0024 « Sécurisation du lignage H2 du ballon RCV », sera déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900.

2.2.1.3 Inondation interne, défaillances de tuyauteries et défaillances de réservoirs, pompes ou vannes haute énergie

Partie générique Palier

❖ Contexte et objet des études

A l'occasion du 4^{ème} RP 900, EDF a fait évoluer sa démonstration de sûreté pour les agressions « *Inondation Interne* » et « *Défaillances de tuyauteries* » afin de prendre en considération notamment les niveaux de référence WENRA (prise en compte d'un aggravant, réalisation d'une étude de sensibilité sur l'allongement des délais opérateur). Les études du référentiel « *Inondation Interne* » et « *Défaillances de tuyauteries* » ont évolué en considérant des délais opérateur similaires à ceux des études d'accident. L'étude de l'inondation induite par fouettement en cas de RTHE a également évolué en considérant la défaillance induite par fouettement de la tuyauterie la plus pénalisante en termes de volume d'eau sur une durée d'écoulement conventionnelle d'une heure.

Les études « *Inondation Interne* » et « *Défaillances de tuyauteries* » ont pour objectifs de :

- S'assurer qu'une agression « *Inondation Interne* » ou « *Défaillances de tuyauteries* » n'empêche pas le passage et le maintien en état sûr de la tranche. En pratique, cela revient à vérifier que l'agression n'induit pas un risque de mode commun sur les matériels permettant le retour et le maintien de la tranche à l'état sûr ainsi que sur leurs systèmes supports ;
- Vérifier qu'une agression « *Inondation Interne* » ou « *Défaillances de tuyauteries* » n'entraîne pas un dépassement des limites des rejets radiologiques à l'extérieur du site. En pratique, la rétention des fluides contaminés à l'intérieur des bâtiments ou des structures doit empêcher toute pollution des eaux (superficielles ou souterraines).

Une étude de déversement simultané des réservoirs non dimensionnés au séisme, hors référentiel inondation interne, est réalisée afin de s'assurer de l'absence de mode commun empêchant le repli et le maintien à l'état sûr de la tranche et l'absence de dépassement des limites des rejets radiologiques à l'extérieur du site.

EDF prend également en compte dans la démonstration de sûreté nucléaire le risque de défaillance d'équipements sous pression en tant qu'agression interne. Les études liées à la défaillance de réservoirs, pompes ou vannes viennent compléter les dispositions de protection contre les défaillances de tuyauteries.

Les études « *Défaillance de réservoirs, pompes ou vannes* » ont pour objectifs :

- De s'assurer qu'un projectile issu de la défaillance d'un réservoir, d'une pompe ou d'une vanne n'empêche pas le repli et le maintien en état sûr de la tranche. En pratique, cela revient à vérifier que l'agression ne conduit pas à un risque de mode commun sur les matériels qui permettent le retour et le maintien du réacteur en état sûr ainsi que leurs systèmes supports ;
- De vérifier qu'un projectile issu de la défaillance d'un réservoir, d'une pompe ou d'une vanne n'entraîne pas un dépassement des limites des rejets radiologiques à l'extérieur du site. En pratique, la rétention des fluides contaminés à l'intérieur des bâtiments ou des structures doit empêcher toute pollution des eaux (superficielles ou souterraines).

En complément des conséquences des projectiles dans les locaux abritant les équipements, EDF complète sa démarche en vérifiant la tenue du génie civil vis-à-vis d'un échantillon représentatif de projectiles internes situés dans le BR, retenus à la conception. Pour le 4^{ème} RP 900, cet échantillon a été complété par les vannes d'isolement des accumulateurs RIS (en cohérence avec les missiles étudiés pour l'EPR Flamanville 3) à l'intérieur du BR et par une vanne située à l'extérieur du BR. L'objectif est de s'assurer de la non-perforation des voiles béton par ces projectiles.

❖ Synthèse des études

➤ Inondations internes et défaillances de tuyauteries

Etudes des agressions « *Inondation Interne* » et « *Défaillances de tuyauteries* » :

La méthodologie pour la réalisation de l'étude des agressions « *Inondation Interne* » et « *Défaillances de Tuyauteries* » est applicable pour l'îlot nucléaire et l'îlot conventionnel du Palier CPO Bugey. Elle consiste à :

- Déterminer le volume d'eau le plus pénalisant. A noter qu'EDF a justifié à partir des éléments de retour d'expérience et des conclusions des études expérimentales disponibles sur le fouettement RTHE que l'hypothèse prise en compte d'une seule défaillance induite suite à un fouettement de tuyauterie Haute Energie pour les études d'inondation interne est pertinente ;
- Identifier les matériels rendus inopérants par inondation interne (immersion et aspersion), par fouettement, par effet de jet et modification des conditions d'ambiance en cas de RTHE ;
- Réaliser des analyses fonctionnelles pour statuer sur l'acceptabilité des indisponibilités de matériels ;
- Analyser la gestion du confinement.

En ce qui concerne l'îlot nucléaire, les études ont mis en évidence la présence de potentiels modes communs ainsi que de potentiels déversements d'effluents contaminés à l'extérieur des bâtiments. Afin de pallier ces potentiels modes communs et rejets d'effluents vers l'extérieur, des modifications ont été définies :

- Vis-à-vis du traitement des potentiels modes communs :
 - La modification PNPE0032 tome A comporte plusieurs volets (remplacement de certains coffrets électriques par des matériels ayant un indice de protection (IP) supérieur, installation de Cadre Anti-Fouettement (CAF) sur des tuyauteries, dévoiement de tuyauteries, étanchéification de traversées, création de siphons de sol) ;
 - La modification PNPE0032 tome B consiste à rendre les armoires RCV résistantes à l'aspersion ;
 - La modification PNPE0032 tome C vise à limiter le volume d'effluent déversé dans certains locaux par un renforcement de structure et par l'installation d'un Cadre Anti-Fouettement (CAF) sur une tuyauterie ;
 - Afin de limiter la hauteur d'eau dans certains locaux, des déversoirs et des siphons sont créés (PNPE0108).

- Vis-à-vis du confinement des effluents dans le BANG, des modifications sont réalisées dans le cadre des affaires PNPE0032 tome D et PNPE0108.

Les études relatives à l'îlot conventionnel ont montré la nécessité de rendre étanches certaines trémies de la station de pompage ainsi que de protéger des coffrets vis-à-vis de l'agression (PNPE0144).

Etude de sensibilité aux délais opérateurs :

La prise en compte des délais opérateurs préconisés par les niveaux de référence WENRA a permis de vérifier que l'allongement des délais avant isolement de la fuite n'induit pas de conséquences significatives en termes de volume d'eau ou en termes d'analyse fonctionnelle et ne remet pas en cause les conclusions des études de déclinaison du référentiel.

Prise en compte de l'aggravant :

Un aggravant a été considéré sur les EDA (Equipements de Disposition Agression) en retenant le cas le plus pénalisant parmi les organes d'isolement, les organes de détection, ou les pompes d'exhaure lorsque celles-ci sont valorisées. Suite à ces études, une modification visant à doubler les moyens de détection d'une inondation interne est mise en œuvre (PNPE0032 tome D).

L'aggravant n'a pas été appliqué sur les vannes manuelles, compte tenu de leur haut niveau de fiabilité. Une étude complémentaire a été réalisée afin d'identifier les vannes à enjeu sûreté. A l'issue de cette étude, aucune vanne n'a été identifiée à enjeu de sûreté.

En complément de ces études, une démarche a été mise en œuvre pour analyser le risque de défaillance des matériels statiques des études d'inondation interne. Elle a été suivie d'une étude qui a permis d'identifier les systèmes d'évacuation à enjeu de sûreté qui auront des exigences en exploitation adaptées à leur enjeu.

Etude du déversement simultané des réservoirs non dimensionnés au séisme :

La méthodologie d'étude du déversement simultané des réservoirs non dimensionnés au séisme est structurée de la façon suivante :

- Identification de l'ensemble des réservoirs non dimensionnés au séisme, leur volume ainsi que leur localisation ;
- Détermination des zones sources d'inondation par groupes de réservoir(s) ;
- Pour chaque zone source d'inondation, réalisation d'une étude de propagation et d'étalement de l'eau selon la méthodologie utilisée pour les études des agressions « *Défaillances de tuyauteries* » et « *Inondation interne* » ;
- Vérification de l'absence de zone(s) d'interférence entre toutes les phases de propagation et d'étalement ;
- Réalisation d'analyses fonctionnelles associées aux modes communs identifiés selon la méthodologie utilisée pour les études des agressions « *Défaillances de tuyauteries* » et « *Inondation interne* ». Cette étape répond à l'objectif de sûreté de repli et maintien en état sûr de la tranche ;
- Vérification du confinement du volume total d'effluents issus des réservoirs non sismiques dans les bâtiments. Cette étape répond à l'objectif de non-dépassement des limites des rejets radiologiques à l'extérieur du site.

L'analyse fonctionnelle de modes communs a permis de démontrer que le cumul des pertes de fonctions suite au déversement simultané des réservoirs non sismiques ne remet pas en cause le retour et le maintien de la tranche à l'état sûr. L'étude a cependant mis en évidence un déversement d'effluents qui pourrait conduire à un étalement vers l'extérieur des rétentions. L'analyse de l'activité rejetée à l'atmosphère conclut à l'atteinte de l'objectif de limitation des conséquences radiologiques.

➤ Défaillance de réservoirs, pompes ou vannes

La démarche retenue pour traiter le risque de cette agression consiste à :

- Déterminer les matériels dont le risque de défaillance est à étudier ;
- Analyser la défaillance des matériels concernés et ses conséquences puis si nécessaire proposer des solutions.

Le type d'étude à mener dépend du caractère Haute Energie / Moyenne Energie et du niveau de qualité de la conception et de la fabrication des matériels concernés.

Défaillance de pompe :

En cas de défaillance d'une pompe, les dispositions de conception et de fabrication du matériel permettent de considérer que l'émission de missiles qui pourrait entraîner des conséquences inacceptables est exclue.

Pour les pompes centrifuges, la plus grande partie de l'énergie stockée est de l'énergie de rotation. Les défaillances peuvent provenir de défauts dans les pièces en rotation ou de contraintes excessives. Toutefois, cette énergie n'est pas assez importante pour produire des missiles qui pourraient entraîner des dommages inacceptables. Pour les roues de pompe en particulier, l'expérience des fabricants de pompes a démontré qu'un missile produit par une roue ne traverse pas l'enveloppe de la pompe.

Ceci s'applique également aux pompes à piston, puisque ces dernières n'ont qu'une faible énergie de translation, ainsi qu'aux compresseurs et aux missiles provenant des moteurs électriques, puisque leur stator sert d'enveloppe de protection vis-à-vis d'un éventuel missile.

Par ailleurs, les ventilateurs ne sont pas de nature à générer d'éventuels missiles étant considérée la faible énergie stockée.

Défaillances de réservoir ou vanne :

La démarche distingue les composants de Haute Energie des composants de Moyenne Energie. Seuls les composants de Haute Energie (c'est-à-dire véhiculant un fluide, en phase liquide ou vapeur, d'une pression supérieure à 20 bar relatifs et/ou d'une température supérieure à 100°C) sont susceptibles de générer des projectiles internes en cas de défaillance de type rupture.

Lorsque ces équipements de Haute Energie sont conçus et fabriqués selon un code nucléaire (RCC-M, ASME Section III ou équivalent), la défaillance complète mécanique de type rupture est écartée.

Les matériels Haute Energie dont les conséquences de la défaillance sont étudiées sont :

- Les vannes non conçues ni fabriquées selon un code nucléaire ;
- Les réservoirs non classés IPS ou IPS-NC.

Les résultats des études confirment la robustesse des installations pour les projectiles générés par la défaillance des réservoirs et vannes Haute Energie. Les conséquences d'une inondation interne potentiellement induite par une défaillance des vannes et des réservoirs sont prises en compte au titre des études « *Inondation interne* ».

Tenue de la structure du génie civil aux projectiles :

Les résultats des études démontrent la tenue de la structure du génie civil aux projectiles sur le Palier CPO Bugey.

Sensibilité à l'aggravant et au délai opérateur (WENRA) :

Ces études (Cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 - § 2.2.1) sont sans impact sur ce thème car :

- aucun équipement actif ne participe à la protection contre les défaillances de réservoirs, pompes ou vannes (hors inondations induites) ;
- aucune action opérateur n'est nécessaire à la protection contre les défaillances de réservoirs, pompes ou vannes (hors inondations induites).

❖ Conclusion**Inondations Internes et défaillances de tuyauteries**

Des évolutions significatives (prise en compte des niveaux de référence WENRA en particulier) ont été apportées lors du 4^{ème} RP 900 et ont donné lieu à la réalisation d'études détaillées permettant de répondre aux objectifs de sûreté.

Ces études et les modifications associées qui sont mises en œuvre lors du 4^{ème} RP 900 permettent de répondre aux exigences de sûreté du référentiel pour la protection contre les risques de défaillances de tuyauteries et d'inondation interne.

Défaillance de réservoirs, pompes ou vannes

Les études mises en œuvre lors du 4^{ème} RP 900 permettent de répondre aux exigences de sûreté pour la protection contre le risque de défaillance des réservoirs, pompes ou vannes. Elles démontrent en particulier la représentativité des missiles pouvant être éjectés et retenus dans la démonstration de sûreté au regard des réacteurs de dernière génération de type EPR Flamanville 3.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du BugeySpécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPE0032 tome A « Inondation interne - Dévoiement des tuyauteries SHW et SVA, installation de cadres anti-fouettement et remplacement de coffrets électriques »,
- PNPE0032 tome B « Inondation interne - Extension de périmètre électrique »,
- PNPE0144 tomes A et B « Protections de l'îlot conventionnel vis-à-vis de l'inondation interne »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. L'impact documentaire de ces modifications a été pris en compte.

La modification PNPE0032 tome D « Inondation interne – Confinement des effluents et doublement détection inondation interne » sera déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900.

La modification PNPE0108 « Confinements effluents et étanchéité de traversées pour les situations d'inondation interne » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche 3 du CNPE du Bugey prévue au plus tard en 2025.

La modification PNPE0032 tome C « Inondation interne - Extension de périmètre mécanique » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche 3 du CNPE du Bugey prévue au plus tard en 2026.

La modification PNPE0144 tome C « Protections de l'îlot conventionnel vis-à-vis de l'inondation interne (WENRA 2008) » sera déployée sur la paire de tranches 2/3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900 de la tranche 2 (travaux communs à la paire de tranches).

2.2.1.4 Inondation externe

Partie générique Palier

❖ Contexte et objet des études

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, EDF vérifie la robustesse des installations du Palier CP0 Bugey vis-à-vis des aléas décrits dans le guide n° 13 de l'ASN relatif à la protection des INB contre les inondations externes.

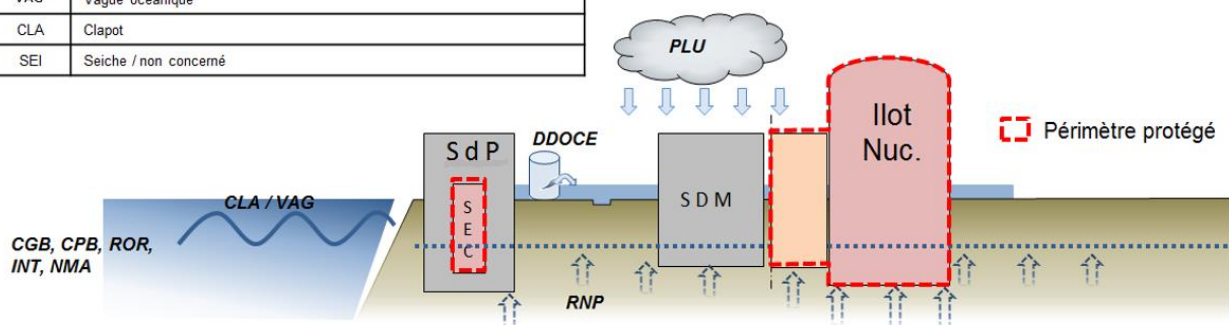
En complément, EDF a également analysé les dispositifs de protection volumétrique dans le cadre des réponses aux prescriptions techniques ASN de 2012.

❖ Synthèse des études

➤ Réévaluer les risques liés à l'agression « Inondation Externe » sur la base du guide n° 13 de l'ASN

Le schéma ci-dessous présente les différentes Situations traitées pour le Risque d'Inondation (SRI) décrites dans le guide n° 13 de l'ASN qui sont étudiées sur le Palier CP0 Bugey à l'occasion du 4^{ème} RP 900.

PLU	Pluies locales
DDOCE	Dégradation ou dysfonctionnement d'ouvrages, de circuits ou d'équipement
RNP	Remontée de Nappe Phréatique
CPB	Crue sur Petit Bassin versant
INT	Intumescence – Dysfonctionnement d'ouvrage hydraulique
CGB	Crue sur Grand Bassin versant
ROR	Rupture d'un Ouvrage de Retenue
NMA	Niveau Marin
VAG	Vague océanique
CLA	Clapot
SEI	Seiche / non concerné



PLU : Comportement du réseau d'évacuation d'eaux pluviales en cas de fortes pluies : phénomènes de ruissellement

La caractérisation de cette SRI évolue significativement par rapport au référentiel « *REX Blayais* ». En particulier, le profil de pluie passe d'une intensité fixe tout au long de l'épisode pluvieux à une intensité variable présentant un pic d'intensité, ce qui est représentatif d'une pluie réelle.

La prise en compte des recommandations du guide ASN n° 13 engendre une augmentation des volumes sortants du réseau d'évacuation des eaux pluviales.

Il est à noter que, dans le cadre de la réponse aux prescriptions techniques ASN Post-Fukushima, EDF a conduit sur l'ensemble des sites des études de pluies et de rupture de réservoirs suite à un séisme.

Des dispositifs de protection sont donc prévus dans ce cadre et ont été déployés avant le 4^{ème} RP 900 (PNPP0675). Ces dispositifs consistent à protéger les accès des locaux contenant des matériels nécessaires au repli et au maintien en état sûr en rehaussant leur altimétrie par des seuils ou des batardeaux, associés à des murets en béton armé permettant d'assurer la continuité avec le voile du bâtiment à protéger. Les éventuelles trémies (traversées de tuyauteries ou de câbles) situées en partie basse des bâtiments sont calfeutrées.

Ainsi, ces dispositifs de protection contribuent à la protection des sites vis-à-vis des conséquences des évolutions de caractérisation apportées par les recommandations du guide ASN n° 13 pour les SRI PLU et DDOCE (cf. ci-dessous). D'autres dispositifs (traitement des by-pass, règle particulière de conduite...) peuvent compléter la protection du CNPE vis-à-vis de la SRI PLU (voir paragraphe « Spécificités de la tranche »).

DDOCE : Défaillance, Dysfonctionnement d'Ouvrages, de Canalisations ou d'Equipements impactant des bâtiments abritant des EIP liés à la sûreté

Cette SRI présente plusieurs évolutions par rapport au référentiel « *REX Blayais* ». Notamment, les hypothèses de remplissage des réservoirs non dimensionnés au séisme à prendre en compte sont dorénavant avec un remplissage au maximum de la capacité utile.

De même, les hypothèses de rupture des tuyauteries sont plus pénalisantes que celles retenues dans le cadre du « *REX Blayais* ». Des déversements supplémentaires sont donc attendus par rapport aux études réalisées dans le cadre du « *REX Blayais* ». La hauteur d'eau atteinte dans le cadre de la SRI DDOCE est donc supérieure à celle du précédent réexamen.

Comme précisé pour la SRI PLU, des dispositifs de protection, en réponse à la prescription technique ASN ECS 6 et la prescription technique ASN ECS 1, contribuent à la protection du site vis-à-vis des conséquences des évolutions de caractérisation apportées par les recommandations du guide ASN n° 13 pour les SRI PLU et DDOCE. D'autres dispositifs (système de détection d'eau...) peuvent compléter la protection du CNPE vis-à-vis de la SRI DDOCE.

Les 4 tranches du CNPE du Bugey sont protégées vis-à-vis des SRI PLU et DDOCE par :

- La modification PNPP0675 « Protection contre l'inondation externe par déversement direct sur la plateforme » qui consiste à protéger toutes les ouvertures en superstructure de l'îlot nucléaire et des stations de pompage, situées en deçà du requis de protection défini pour cette prescription ;
- La modification PNPP0764 « Traitement des puisards des descentes d'eaux pluviales des diesels » ;
- La modification PNRL0846 « Traitement des by-pass de la Protection Volumétrique de Bugey » qui consiste à installer des clapets anti-retour à battant dans les regards SEO collectant les eaux des siphons de sol.

RNP : Remontée de la Nappe Phréatique

Le guide ASN n° 13 n'induit pas d'évolution significative quant à la méthode de caractérisation du niveau de référence associé à cette SRI.

CPB : Crue fluviale sur des bassins versants dont la superficie est comprise entre 10 et 5 000 km²

Le site du Bugey n'est pas concerné par cette SRI.

INT : Variation brutale transitoire et localisée du niveau d'eau à proximité du CNPE liée à un dysfonctionnement d'ouvrage hydraulique ou à l'arrêt des pompes de circulation en station de pompage

Le guide ASN n° 13 préconise d'étudier cette SRI en considérant les conditions initiales de niveau et de débit conduisant à l'intumescence la plus pénalisante. Le niveau initial ne considère pas de situation plus rare que les SRI de crue.

CGB : Crue fluviale sur des bassins versants de plus de 5 000 km²

La caractérisation de cette SRI varie légèrement par rapport au référentiel « *REX Blayais* » en ce qui concerne la prise en compte dans le niveau de référence des incertitudes découlant des modélisations hydrauliques.

L'étude CGB du palier CP0 Bugey a été réalisée avec une analyse de sensibilité sur plusieurs paramètres du modèle dont les coefficients de Strickler. Le scénario CGB pénalisé retenu correspond à l'étude du scénario en régime permanent avec pénalisation des coefficients Strickler.

ROR : Propagation de l'onde de rupture d'un barrage

Cette SRI apporte des évolutions significatives par rapport aux études conduites dans le cadre du « *REX Blayais* ». En effet, la méthodologie se rapproche de celle retenue pour les études des PPI (Plans Particuliers d'Intervention) conduites par les pouvoirs publics.

Suite à l'instruction menée dans le cadre du GP bilan, une mise à jour de l'étude ROR a été réalisée pour prendre en compte la majoration de 15 % sur la totalité de l'hydrogramme issu de la propagation de l'onde provoquée par la rupture du barrage (notamment le barrage de Vouglans). Cette mise à jour intègre également la démonstration que les niveaux d'eau pour les zones d'intérêt sont peu sensibles aux coefficients de calage retenus. Elle conclut que les dispositions de protection existantes sur le CNPE de Bugey, vis-à-vis de l'inondation externe et valorisées dans le Dossier De Site stade 5 actuellement applicable, sont suffisantes et ne nécessitent pas de modification matérielle.

NMA : Niveau Marin

La méthodologie appliquée au calcul des niveaux marins pour suivre les recommandations du Guide ASN n° 13 est différente de celle du « *REX Blayais* ».

Le site du Bugey n'est pas situé en bord de mer. De ce fait, il n'est pas concerné par cette SRI.

VAG : Vagues océaniques et clapot

Le Guide ASN n° 13 n'induit pas d'évolution significative quant à la méthode de caractérisation du niveau de référence associé à cette SRI. Néanmoins, il est à noter que les conséquences de cette SRI dépendent fortement du niveau marin retenu (la houle et le clapot étant propagés sur le niveau NMA).

Le site du Bugey n'est pas situé en bord de mer. De ce fait, il n'est pas concerné par cette SRI.

CLA : Clapot – sites fluviaux

Le guide ASN n° 13 n'induit pas d'évolution significative quant à la méthode de caractérisation du niveau de référence associé à cette SRI.

SEI : Seiche

Le guide ASN n° 13 introduit la définition de cet aléa. Le risque de survenue d'une seiche est étudié sur la base du retour d'expérience disponible. Si un risque de survenue d'une seiche est identifié dans les aménagements côtiers (bassin portuaire, chenaux de prise ou de rejet d'eau), le phénomène est pris en compte pour le calcul du niveau marin de référence. A date, cet aléa n'a pas été constaté au titre du REX.

➤ Comportement de la protection volumétrique

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, l'objectif consiste à vérifier l'absence d'impact des tassements différentiels sur les lames Waterstop®, et à démontrer l'absence d'impact sûreté d'une inondation sismo-induite par la nappe phréatique au niveau des calfeutremments de joints de la Protection Volumétrique. Les études pour le site de Bugey démontrent l'intégrité des joints en limite de Protection Volumétrique, sollicités par les tassements différentiels.

En complément, EDF a défini une démarche d'étude des deux systèmes (lames Waterstop® et calfeutremments de type mastic) qui permet de prévenir d'un risque d'inondation sismo-induit pour les colonnes d'eau générées par le niveau de nappe phréatique retenu en cas de séisme de niveau SMS. Ces études démontrent l'intégrité des joints en limite de Protection Volumétrique sollicités par un séisme.

Une étude générique sur les performances d'étanchéité à l'eau après séisme des mastics de calfeutrement de joints a été réalisée afin d'étendre les résultats des essais réalisés en laboratoire aux différents mastics utilisés sur les CNPE. Cette étude a montré que les performances d'étanchéité des élastomères « *pleine masse* » et des élastomères dont l'épaisseur est limitée par un fond de joint sont similaires avant et après sollicitations sismiques.

➤ Aggravant et sensibilité au délai opérateur (WENRA)

La prise en compte des niveaux de référence WENRA 2008 (application d'un aggravant et délai d'intervention d'un opérateur) est prévue à l'échéance de la Phase B du 4^{ème} RP 900. EDF transmettra à l'ASN, en amont de la Phase B, une étude de sensibilité associée à ces règles.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

➤ SRI PLU et DDOCE

La protection de la tranche 3 du CNPE du Bugey est complétée au 4^{ème} RP 900 vis-à-vis de ces SRI par :

- La modification PNPP0883 « Protection rapprochée haute du Noyau Dur contre l'inondation externe » qui consiste, entre autres, à modifier les calfeutremments des traversées pour les rendre robustes aux nouvelles sollicitations concomitantes à l'inondation DDOCE.
- La modification PNRL0922 « Traitement des by-pass de la protection volumétrique » qui consiste à remplacer une vanne par une vanne intègre après séisme.
- La modification LLBU2583 qui concerne la détection et la correction de by-pass de la Protection Volumétrique.
- La modification PNPE0335 qui permet de rendre robuste au séisme l'arrêt automatique du CRF vis-à-vis des risques d'inondations externes induites par un séisme (pour les tranches en circuit ouvert).

➤ SRI CGB, INT, RNP et CLA

Ces SRI n'engendrent aucun impact en matière de modification sur la tranche 3 de Bugey. Le site est protégé vis-à-vis de ces SRI par la protection périphérique existante, des dispositions déjà valorisées dans les études précédentes, la valorisation nouvelle de matériels existants (clapets anti-retour sur les lignes issues des siphons dans un des bâtiments diesel et clapets anti-retour et vannes sur la protection volumétrique en interface entre le bâtiment électrique et la salle des machines) et l'ajout de dispositions organisationnelles mises en place dans le cadre du 4^{ème} RP 900 (actions de surveillances des tambours filtrants en cas de submersion des rampes de lavage).

❖ Conclusion

Les études liées à l'agression inondation externe, conformément au guide ASN n° 13 qui permet de couvrir de nouveaux scénarios relatifs à l'inondation externe, ont été conduites pour le CNPE du Bugey. La démarche ainsi menée et les dispositions matérielles et/ou organisationnelles identifiées et mises en œuvre permettent de garantir la robustesse de la tranche 3 du CNPE du Bugey vis-à-vis de l'inondation externe.

En complément, EDF a également analysé les dispositifs de protection volumétrique dans le cadre des réponses aux prescriptions techniques ASN de 2012. Les études réalisées ont mis en évidence l'absence d'impact des tassements différentiels sur les lames Waterstop® et l'absence d'impact d'une inondation sismo-induite par la nappe phréatique au niveau des calfeutremments de joints de la Protection Volumétrique.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- LLBU2583 qui concerne la détection et la correction de by-pass de la Protection Volumétrique,
- PNPP0675 « Protection contre l'inondation externe par déversement direct sur la plate-forme »,
- PNPP0764 « Traitement des puisards des descentes d'eaux pluviales des diesels »,
- PNPP0883 « Protection rapprochée haute du Noyau Dur contre l'inondation externe »,
- PNRL0846 « Traitement des by-pass de la Protection Volumétrique de Bugey »,
- PNRL0922 « Traitement des by-pass de la Protection Volumétrique »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. L'impact documentaire de l'ensemble de ces modifications a été pris en compte.

La modification PNPE0335 « Robustesse de l'arrêt automatique du CRF vis-à-vis d'une inondation sismo-induite – BUG2/3 » est en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900. Les impacts documentaires de cette modification seront également pris en compte.

Les nouvelles dispositions organisationnelles issues de la SRI RNP (Mise en place d'actions de surveillances des tambours filtrants en cas de submersion des rampes de lavage) ont été intégralement mises en place.

2.2.1.5 Séisme

Partie générique Palier

❖ Contexte et objet des études

La prise en compte du chargement sismique au niveau du dimensionnement des matériels permet de s'assurer que les fonctions de sûreté sont maintenues en cas d'apparition d'un événement sismique.

Le 4^{ème} RP 900 prend en compte la réévaluation du niveau d'aléa par l'application de la RFS 2001-01 sur la base des dernières connaissances scientifiques. Si le niveau SMS du site est significativement supérieur au dernier niveau justifié, alors une réévaluation sismique des EIPS calculés au séisme est effectuée. Les évolutions génériques à l'ensemble des agressions (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1) sont également prises en compte.

La protection du Parc en exploitation contre le séisme s'appuie sur différentes notions :

- le Séisme Maximum Historiquement Vraisemblable (SMHV),
- le Séisme Majoré de Sûreté (SMS),
- le Spectre De Dimensionnement (SDD).

Le SMS, Séisme Majoré de Sûreté, est défini par une Règle Fondamentale de Sûreté (RFS). Il est défini à partir du plus important séisme historique, le Séisme Maximum Historiquement Vraisemblable (SMHV) dans la région, en tenant compte de deux majorations conséquentes :

- la position de l'épicentre qui soit la plus pénalisante quant à ses effets (en termes d'intensité) sur le site tout en restant compatible avec les données géologiques et sismologiques,
- l'intensité épiscopentrale est majorée de 1.

Le Spectre De Dimensionnement (SDD) est le niveau sismique pour lequel EDF dimensionne les bâtiments et équipements de l'îlot nucléaire. Il est représenté par un spectre large bande, indépendamment d'événements historiques précis. Le SDD est une notion « *Palier* » et enveloppe donc le SMS de chaque site à la conception.

Tous les 10 ans, les CNPE sont soumis à un réexamen périodique qui est l'occasion de prendre en compte les évolutions de la connaissance relative notamment à l'aléa sismique, que ce soit sur le zonage sismo-tectonique ou sur les caractéristiques des séismes historiques. Ceci peut alors se traduire par des évolutions à la baisse ou à la hausse des spectres SMHV et SMS d'un site et peut dans ce cas conduire à des renforcements.

Le 4^{ème} RP 900 sur le thème séisme inclut la prise en compte :

- des évolutions des connaissances dans la définition des mouvements sismiques à considérer sur les sites en cohérence avec la RFS 2001-01,
- des évolutions de méthodologies de calcul et de modélisation,
- des enseignements du retour d'expérience sismique international (Kashiwazaki-Kariwa 2007).

A noter qu'EDF étudie également certains effets indirects du séisme (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1.4).

❖ Synthèse des études

➤ Réévaluation sismique conformément à la RFS 2001-01

La mise en œuvre de la RFS 2001-01 lors du 4^{ème} RP 900 est basée sur :

- La mise à jour des connaissances sismologiques (zonage sismo-tectonique, caractérisation des failles...) ;
- L'amélioration des connaissances de la sismicité historique prenant en compte une actualisation des données historiques issues de la base SisFrance 2012.

La mise en application de ces évolutions a conduit à la construction de nouveaux spectres sismiques de sol applicables lors du 4^{ème} RP 900.

Le spectre de sol SMS 4^{ème} RP 900 de Bugey dépasse le SMS 3^{ème} RP 900 de 9 % sur l'ensemble de la gamme de fréquences. Ce dépassement n'est pas significatif (inférieur à 10 %).

Dans une approche proportionnée à l'importance des risques, EDF produit un dossier de justification de l'acceptabilité du dépassement de 9 % du SMS 3^{ème} RP 900 par le SMS 4^{ème} RP 900 pour les matériels représentatifs des systèmes ou portions de systèmes nécessaires au repli et au maintien à l'état sûr, pouvant présenter des sensibilités ou non expertisables de manière générique au sens de la DEMarche de REévaluation Sismique des MATériels (DERESMA).

Concernant la vérification des structures, EDF étudie l'absence d'impact de ce dépassement sur les bâtiments de l'îlot nucléaire.

Les études réalisées ont démontré l'absence d'impact de l'évolution du SMS entre le 3^{ème} RP et le 4^{ème} RP sur la vérification de la tenue des EIPS classés au séisme confirmant le caractère négligeable de l'augmentation.

EDF a complété ses connaissances sur la caractérisation des failles autour du CNPE du Bugey ainsi que sur les effets de site particuliers au droit du CNPE.

• Caractérisation des failles autour du CNPE du Bugey et plan d'actions associé

La centrale de Bugey se situe en rive droite du Rhône dans la plaine de Saint-Vulbas. Elle est bordée par la Bresse au Nord-Ouest, le Jura plissé au Nord-Est, le seuil de Vienne et le plateau calcaire de l'île Crémieu au Sud-Est. Les failles majeures répertoriées dans la zone sont des structures, orientées « Nord-Est - Sud-Ouest », héritées de l'orogénèse varisque. Elles présentent une histoire tectonique polyphasée en réponse aux grands épisodes tectoniques ayant affecté la région depuis le Trias. Rocher et al (2004) suggèrent l'existence d'un épisode extensif « Nord-Est – Sud-Ouest » au Jurassique, responsable de la mise en place de failles orientées « Nord-Est - Sud-Ouest » observées sur des profils sismiques. L'île Crémieu est un plateau du Jura tabulaire de 300 à 400 m d'altitude, qui aurait été épargné par la tectonique cénozoïque, en ayant été désolidarisé du Jura depuis le Crétacé à la faveur d'un évènement tectonique extensif ayant décalé les formations triasiques.

La mise en œuvre d'une approche progressive d'analyse des failles et des indices de déformation, basée sur la bibliographie, la géophysique de subsurface, la géologie de terrain, des études morphostructurales et de datation, ainsi que de paléosismologie, permettra de mieux caractériser ces failles en termes de géométrie en profondeur et d'âge de dernier mouvement. La série d'investigation s'initie sur la base des données disponibles et s'arrête dès que les résultats d'une étude permettent de conclure quant à l'activité de la faille. Cette approche proposée par EDF est en cours de test sur six sites pilotes, dont le site de Bugey. Si elle est éprouvée sur ces sites pilotes, elle sera mise en œuvre à l'échelle de l'ensemble du Parc nucléaire.

A l'heure actuelle, aucune donnée disponible dans la bibliographie ne permet de conclure quant à la présence d'une faille active aux alentours du site de Bugey. Le retraitement et l'interprétation de profils sismiques pétroliers a permis d'imager les failles Nord-Est – Sud-Ouest présentes dans la zone et de caractériser leur histoire cinématique. Cette dernière est cohérente avec les différents épisodes tectoniques que cette région a connus. Pour la majorité des failles

identifiées, la qualité des données sismiques pétrolières ne permet pas de connaître l'âge de dernier mouvement. L'acquisition de données sismiques complémentaires plus haute résolution devrait permettre d'avancer sur la caractérisation de l'activité de ces failles. Les failles Nord-Ouest – Sud-Est proposées par Rocher et al. [2004] dans la zone n'apparaissent pas sur les données que nous avons utilisées ici.

- Synthèse de la connaissance des effets de site particuliers au droit du CNPE du Bugey

La plaine de Saint-Vulbas est constituée d'alluvions fluviales quaternaires en terrasse. Au niveau du site, les alluvions sont constitués de dépôts modernes du Rhône.

Les formations calcaires, constituant le plateau de l'île Crémieu se situent au niveau du CNPE à une centaine de mètres de profondeur. Elles constituent le substratum jurassique.

Les tranches 2-3-4 et 5 du CNPE du Bugey sont implantées sur le dôme molassique qui repose directement sur le substratum calcaire.

Le site du Bugey a donc la configuration d'un site reposant du haut vers le bas sur des séries sédimentaires cénozoïque puis mésozoïque. Ces séries anciennes sont composées d'une alternance de couches raides (calcaires) et de couches moins raides (molasses). Le site du Bugey repose donc sur une forte épaisseur de sédiments au sein d'un bassin sédimentaire de grande extension. A l'échelle régionale, cette configuration est homogène et les éventuelles amplifications des signaux sismiques liées aux conditions géologiques du sous-sol d'un site ne peuvent pas être considérées comme particulières au site.

Dans ce contexte, les éventuelles amplifications des ondes sismiques liées aux conditions géologiques sont couvertes par le filtrage en intensité macrosismique de l'ensemble des séismes historiques ayant affecté la région et sont prises en compte par les lois d'atténuation du mouvement sismique (GMPEs) utilisées.

Ces éléments permettent d'exclure un effet de site particulier pour Bugey selon la définition de la RFS 2001-01.

Afin d'améliorer la connaissance de la réponse de site, EDF a équipé le site de Bugey d'un capteur vélocimétrique dès 2017, en complément de l'accéléromètre déjà installé.

- Prise en compte du retour d'expérience international

La prise en compte du retour d'expérience international se traduit pour le 4^{ème} RP 900 par l'intégration du REX Kashiwasaki-Kariwa.

Dans la continuité des études du 3^{ème} RP 1300, les enseignements du REX de cet événement ont conduit EDF à réaliser dans le cadre du 4^{ème} RP 900 :

- Une analyse de sûreté de l'incendie d'un transformateur de taille significative, pour les sites du Palier 900 MWe, qui a conclu qu'un tel incendie pouvait avoir un impact sur le mur de la salle des machines et potentiellement sur les matériels localisés à l'intérieur. L'analyse fonctionnelle de la perte des EIPS localisés à l'intérieur des salles des machines consécutivement à un incendie a conclu à des conséquences acceptables sur la sûreté.
- Une estimation des volumes de la piscine combustible susceptibles de déborder sous séisme qui a conclu à des volumes débordés enveloppes très limités et acceptables pour les piscines combustible de Bugey.
- Une analyse de la prise en compte des effets de vague sur les matériels pour la piscine BR et la piscine combustible qui a démontré un bon dimensionnement de l'ensemble des matériels concernés :
 - les portes et batardeaux de la piscine BR et de la piscine combustible,
 - la machine de chargement située dans le BR,
 - le dispositif de transfert dans la piscine BR et la piscine combustible

- le descenseur situé dans la piscine d'entreposage du combustible,
- le pont passerelle situé dans le bâtiment d'entreposage du combustible.

L'analyse par EDF de l'événement sismique survenu le 16 juillet 2007, ayant affecté les tranches de l'exploitant japonais TEPCO sur le site de Kashiwasaki-Kariwa, montre le bon comportement des installations.

➤ **Sensibilité à l'aggravant et au délai opérateur (WENRA)**

Ces sensibilités résultant des niveaux de référence WENRA (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1) sont sans impact sur ce thème, en effet :

- les systèmes actifs nécessaires à l'atteinte et au maintien en état sûr sont, par conception, redondants et dimensionnés au séisme (ce qui rend inutile toute analyse supplémentaire),
- le séisme en lui-même ne nécessite pas d'action opérateur pour garantir la tenue des Structures, Systèmes et Composants (SSC) nécessaires à la sûreté de l'installation.

➤ **Densification de certains chemins de câbles**

Suite à l'ajout de câbles dans certains chemins de câbles du fait de l'installation de nouveaux équipements, EDF entreprend lorsque nécessaire le renforcement au séisme des chemins de câbles concernés pour tenir compte du poids supplémentaire induit par ces câbles (PNPE0191). Ce renforcement n'est pas induit par la réévaluation du niveau d'aléa sismique.

❖ **Conclusion**

L'ensemble des analyses réalisées dans le cadre du 4^{ème} RP 900 permet d'être conforme à la RFS 2001-01 et de garantir la robustesse du CNPE du Bugey vis-à-vis du séisme avec la prise en compte de l'évolution des connaissances dans ce domaine.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPE0191 « Renforcement sismique des axes de câblages » est en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900. Les impacts documentaires de cette modification seront également pris en compte.

2.2.1.6 Collisions et chutes de charge

Partie générique Palier

❖ **Contexte et objet des études**

Ces événements sont définis comme suit :

- « *collision* » : heurt de la charge avec un matériel, une structure ou un bâtiment lors de ses déplacements au cours de sa manutention par un engin,
- « *chute de charge* » : perte de la capacité à contrôler la hauteur de la charge au cours de sa manutention et selon un axe vertical.

La prise en compte de ce risque repose principalement sur la démarche suivante :

- l'identification des engins de manutention pouvant agresser des EIPS lors de la manutention de la charge, l'analyse des dispositions matérielles ou organisationnelles existantes sur les engins de manutention concernés permettant d'exclure ou de prévenir le risque,
- l'identification des cibles potentiellement impactées par une collision ou une chute de charge au cours d'une manutention,
- l'analyse fonctionnelle de la perte des cibles identifiées pour étudier les conséquences éventuelles sur les exigences de sûreté. Le cas échéant, une analyse des conséquences radiologiques peut être envisagée,
- une parade matérielle ou organisationnelle peut être mise en place si nécessaire (prévention du risque ou protection de la cible).

❖ **Synthèse des études**

La synthèse des études réalisées est présentée dans les tableaux qui suivent.

<i>Îlot nucléaire du Palier CPO Bugey</i>		
<i>Bâtiments</i>	<i>Type d'engins</i>	<i>Synthèses des études</i>
Bâtiment Réacteur (BR)	Pont polaire	<p>Compte tenu des études de fiabilité sur le levage du pont polaire, les conclusions des analyses identifient les dispositions organisationnelles pour respecter les objectifs de sûreté :</p> <ul style="list-style-type: none"> • interdiction de survol de certaines zones, • utilisation du levage principal pour certaines manutentions. <p>L'absence de risque vis-à-vis des critères associés à cette agression moyennant ces dispositions organisationnelles est démontrée.</p> <p>En ce qui concerne le levage principal, les études de robustesse réalisées vis-à-vis des chutes de charges lourdes montrent l'absence de conséquences inacceptables sur l'installation.</p>
	Machine de chargement	En fonctionnement normal, des moyens de prévention et des équipements actifs contre le risque de chute de charge et de collision sont valorisés afin de rester dans les limites de l'accident de 4 ^{ème} catégorie « <i>accident de manutention du combustible</i> ». Les conséquences d'une éventuelle collision ou d'une chute de charge sont couvertes par cet accident de 4 ^{ème} catégorie.
	Engins de levage	L'analyse fonctionnelle de la perte des EIPS potentiellement impactées par une collision ou une chute de charge démontre l'absence de risque vis-à-vis des critères de sûreté associés à cette agression, moyennant des dispositions organisationnelles.
Bâtiment combustible (BK)	Pont auxiliaire	Les résultats des analyses fonctionnelles réalisées sur les EIPS potentiellement impactés par une collision et une chute de charge ne remettent pas en cause la démonstration de sûreté.
	Pont lourd	Les résultats des analyses fonctionnelles réalisées sur les EIPS potentiellement impactés par une collision et les études de fiabilité liées à l'étude de la chute de charge ne remettent pas en cause la démonstration de sûreté.
	Pont passerelle	En fonctionnement normal des moyens de prévention ainsi que des équipements actifs contre le risque de collision ou la chute de charge sont valorisés afin de rester inférieur à la fréquence d'occurrence relative à l'accident de 4 ^{ème} catégorie « <i>accident de manutention du combustible</i> ». Les conséquences d'une éventuelle collision ou d'une chute de charge sont couvertes par cet accident de 4 ^{ème} catégorie.
	Descenseur	Les conséquences éventuelles d'une chute de charge sont bornées par l'accident de 4 ^{ème} catégorie « <i>accident de manutention du combustible</i> ».
	Dispositif de transfert	Les conséquences d'une éventuelle collision ou d'une chute de charge sont bornées par l'accident de 4 ^{ème} catégorie « <i>accident de manutention du combustible</i> ».
	Engins de levage	Les conséquences éventuelles d'une collision ou d'une chute de charge ne remettent pas en question les objectifs de sûreté relatifs aux agressions internes.

<i>Îlot nucléaire du Palier CPO Bugey</i>		
<i>Bâtiments</i>	<i>Type d'engins</i>	<i>Synthèses des études</i>
Bâtiment des auxiliaires nucléaires (BAN)	Engins divers	L'analyse fonctionnelle de la perte des EIPS potentiellement impactés par une collision ou une chute de charge démontre l'absence de risque vis-à-vis des critères associés à cette agression, moyennant des dispositions organisationnelles.
Bâtiment périphérique (BW)	Engins divers	L'analyse fonctionnelle de la perte des EIPS potentiellement impactés par une collision ou une chute de charge démontre l'absence de risque vis-à-vis des critères associés à cette agression.

Nota : il n'existe aucun couple « engin de manutention » - « cible de sûreté dans la zone de collision ou de chute de la charge » dans le bâtiment électrique, celui-ci ne fait donc pas l'objet d'études dédiées.

<i>Îlot conventionnel du Palier CPO Bugey</i>		
<i>Bâtiment</i>	<i>Type d'engins</i>	<i>Synthèse des études</i>
Station de pompage / Ouvrage de rejet / galeries classées du SEC	Engins divers	L'analyse fonctionnelle démontre l'absence de risque vis-à-vis des critères associés à cette agression, moyennant des dispositions organisationnelles.
Bâtiment Diesel	Engins divers	L'analyse fonctionnelle de la perte des EIPS potentiellement impactés par une collision ou une chute de charge démontre l'absence de risque vis-à-vis des critères associés à cette agression.

❖ Etudes complémentaires

Etude de fiabilité pour les engins de levage :

La démonstration de sûreté pour les opérations de manutention et de levage est basée sur une démarche essentiellement déterministe mise en œuvre pour chaque engin de levage. Elle inclut notamment une analyse de l'accident de manutention du combustible (accident de catégorie 4) qui considère la chute hypothétique d'un assemblage de combustible se produisant dans la piscine du bâtiment réacteur ou du bâtiment combustible (assemblages neufs ou irradiés) ou au niveau où sont entreposés les assemblages neufs dans le bâtiment combustible. En complément, des études de fiabilité contribuent à justifier la conception de certains matériels de manutention (pont lourd BK, pont polaire BR...), face au risque de chute de charge pouvant conduire à des rejets radioactifs ou l'endommagement de matériels de sûreté.

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, les études de fiabilité ont été reprises et démontrent la qualité de la conception, de la fabrication, des contrôles en service et de l'exploitation du pont polaire et du pont lourd.

Les résultats permettent de considérer le risque de chute de charge comme résiduel.

Chute d'un emballage de transport combustible dans la fosse de chargement du BK :

EDF a étudié les conséquences de ce scénario vis-à-vis des risques liés à la dispersion de radionucléides et à l'ébranlement des structures du bâtiment combustible (BK) bien que ce risque soit résiduel. En effet, le pont lourd a une fiabilité élevée vis-à-vis de la chute de charge et est conçu pour garantir le non-lâcher de charge en cas de séisme de dimensionnement.

Les études complémentaires montrent que les conséquences radiologiques, pour un scénario pénalisant et enveloppe de rupture de l'ensemble des gaines, restent à des niveaux inférieurs à la limite court terme et à la valeur repère long terme pour la dose efficace des accidents de catégorie 4.

Immobilisation prolongée d'un emballage chargé en combustible usé :

En complément des études demandées dans le cadre du 3^{ème} RP 1300 et des évaluations complémentaires de sûreté réalisées suite à l'accident de Fukushima, des études sur les risques d'un tel scénario lors du transfert de l'emballage entre la fosse de chargement et la fosse de préparation ont été menées. Ces études montrent l'absence de conséquence sur l'intégrité des assemblages de combustible.

Chute de charge « lourde » dans le BR :

Le pont polaire est conçu avec un haut niveau de fiabilité vis-à-vis du risque de chute de charge. De plus, des procédures et des règles d'exploitation appropriées permettent de garantir ce haut niveau.

Toutefois, EDF a mené une étude de robustesse vis-à-vis des conséquences mécaniques et thermo-hydrauliques de chutes de charges jugées enveloppes (impact potentiel de la cuve, cœur chargé) et allant au-delà du Domaine de Dimensionnement (risque résiduel).

L'étude mécanique conclut au maintien de l'intégrité des composants impactés par la chute. L'étude thermo-hydraulique montre le maintien du refroidissement du cœur pour le cas pénalisant d'une brèche sur le couvercle à la suite d'une chute de la dalle anti-missile au cours de la mise à l'arrêt du réacteur.

❖ Conclusion

Les études menées montrent une bonne robustesse à cette agression sur le Palier CPO Bugey. En effet :

- des dispositions matérielles en termes de fiabilité mais aussi organisationnelles permettent de prévenir le risque de collision ou de chute de charge dans un certain nombre de situations,
- si l'événement de collision ou chute de charge ne pouvait être prévenu par les équipements actifs existants, les études montrent que les conséquences de l'événement seraient couvertes par celles de l'étude de l'accident de manutention du combustible qui respectent les limites admissibles pour les accidents de catégorie 4 en termes de conséquences radiologiques,
- aucune action opérateur n'est valorisée dans l'analyse des conséquences de l'agression collision et chute de charge.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Il n'y a pas de modification concernant ce thème sur la tranche 3 du CNPE du Bugey.

2.2.1.7 Interférences électromagnétiques (IEM) internes

Partie générique Palier

❖ Contexte et objet des études

Les interférences électromagnétiques sont dites « *internes* » lorsque les perturbations électromagnétiques sont générées dans le périmètre de l'INB. Les sources de perturbations électromagnétiques à considérer sur un site de production sont liées principalement à l'activité humaine ou industrielle. Il y a un risque d'interférence électromagnétique (IEM) lorsqu'un équipement est soumis à des perturbations électromagnétiques pour lesquelles il n'est pas dimensionné. La conséquence d'une interférence électromagnétique peut se traduire par une défaillance temporaire (ex : informations erronées, défauts fugitifs, etc.) ou permanente (ex : destruction de composants, déclenchement de protection, etc.) de l'équipement.

Les évolutions génériques à l'ensemble des agressions sont également prises en compte. La démarche proposée pour les installations existantes a consisté à :

- analyser le REX d'exploitation vis-à-vis des interférences électromagnétiques rencontrées sur le site du Bugey,
- analyser les règles de conception et d'installation appliquées aux EIPS soumis à un risque d'IEM internes, notamment celles qui permettent de réduire les modes de couplages entre les équipements « *perturbateurs* » et « *sensibles* »,
- analyser les dispositions d'exploitation appliquées par les CNPE afin de limiter les sources de perturbations électromagnétiques, notamment celles générées par l'activité humaine.

Pour les installations neuves, la démonstration s'est appuyée sur une analyse de l'ensemble des exigences applicables en termes de conception, de qualification et d'installation.

❖ Synthèse des études

L'analyse menée dans le cadre du 4^{ème} RP 900 permet de vérifier l'efficacité des dispositions appliquées sur le Palier CPO Bugey au regard du risque d'IEM internes, elle conclut à :

- l'absence de risque de mode commun sur les systèmes nécessaires au repli et au maintien à l'état sûr,
- l'absence de sensibilité des EIPS du fait des règles de conception et d'installation appliquées (en cohérence avec leur environnement électromagnétique), garantissant ainsi une séparation physique et électrique adéquate entre les équipements « *perturbateurs* » et les équipements « *sensibles* »,
- la maîtrise des risques liés aux activités humaines par l'application d'un prescriptif interne limitant l'usage des moyens de télécommunication sans fil au sein des CNPE.

Plus généralement, l'application des règles de conception, d'installation ainsi que des requis de validation CEM (Compatibilité ElectroMagnétique) en fonction des environnements électromagnétiques permettent de se prémunir des risques d'interférences électromagnétiques et de garantir le respect des exigences de sûreté.

➤ Sensibilité à l'aggravant et au délai opérateur (WENRA)

Ces sensibilités résultant des niveaux de référence WENRA (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1) sont sans impact sur cette agression :

- aucun équipement actif ne participe à la protection contre les IEM internes,
- aucune action opérateur n'est nécessaire à la protection contre les IEM internes.

❖ Conclusion

La protection contre les interférences électromagnétiques des équipements et systèmes nécessaires au retour et au maintien du réacteur en état sûr repose sur un ensemble de dispositions de conception qui permettent de :

- réduire les modes de couplages électromagnétiques entre les équipements « *perturbateurs* » et les équipements « *sensibles* »,
- limiter l'influence des sources de perturbations électromagnétiques conduites et rayonnées sur les EIPS soumis à un risque d'IEM internes.

La valorisation des dispositions existantes de conception, d'organisation et le REX d'exploitation permettent de s'assurer de la robustesse des équipements du Palier CPO Bugey vis-à-vis des perturbations électromagnétiques considérées.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Il n'y a pas de modification concernant ce thème sur la tranche 3 du CNPE du Bugey.

2.2.1.8 Grands Chauds

Partie générique Palier

❖ Contexte et objet des études

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, EDF s'est engagée à réexaminer les exigences de protection vis-à-vis des « *Grands Chauds* » pour le Palier CP0 Bugey, en prenant notamment en considération les derniers éléments de veille climatique et le REX du déploiement en cours des modifications sur la base des exigences applicables pour le 3^{ème} RP 900.

Les exigences de protection vis-à-vis des « *Grands Chauds* » pour le Palier CP0 Bugey ont été élaborées suite aux épisodes caniculaires des étés 2003 et 2006. Les études visent à démontrer la protection, pour des températures permanentes maximales de l'air et de l'eau réévaluées par rapport à celles utilisées pour le dimensionnement initial de l'installation (redimensionnement) et pour des situations temporaires de dépassement de ces températures (agression Canicule) :

- de l'ensemble des EIPS, en situation de fonctionnement normal,
- des matériels nécessaires, d'une part, pour ramener et maintenir la tranche dans un état sûr et, d'autre part, pour limiter les conséquences radiologiques dans les autres situations du Domaine de Dimensionnement.

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, les objectifs d'améliorations de sûreté visés par EDF vis-à-vis des « *Grands Chauds* » sont :

- l'analyse des derniers éléments de veille climatique, vis-à-vis des niveaux de température retenus dans les études,
- l'intégration du retour d'expérience de l'instruction du Dossier d'Amendement « Grands Chauds » menée sur le Palier CPY.

Dans une démarche de vérification de la conformité des installations, EDF s'assure par ailleurs que les débits de ventilation mesurés sur les sites sont conformes aux hypothèses retenues dans les études thermiques (cf. Volet I — Chapitre 1 — Section 4). Les évolutions génériques à l'ensemble des agressions (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1) sont également prises en compte.

❖ Démarche

➤ Prise en compte des derniers éléments de veille climatique

Le deuxième exercice de veille climatique mis en œuvre par EDF en 2013 pour le démarrage des études liées au réexamen conclut que les réévaluations de températures d'air et d'eau, en tenant compte des évolutions méthodologiques et des éléments de veille climatique, intégrant la période 2009-2012, ne remettent pas en cause les températures prises en compte dans le référentiel « *Grands Chauds* ». Les épisodes de chaleur plus récents, notamment l'été 2019, ont fait l'objet d'une analyse d'impact sur les températures d'air retenues. Les évolutions nécessaires identifiées ont été intégrées dans la mise à jour du référentiel « *Grands Chauds* ».

En application de la prescription [AGR-A] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, EDF a retenu, dans son référentiel « *Grands Chauds* », des températures extrêmes TE³ et Tmin⁴ associées à la canicule. Elles ont été définies en considérant :

- une fréquence de dépassement annuelle inférieure ou égale à 10⁻² (borne supérieure de l'intervalle de confiance à 70 %) intégrant l'évolution climatique jusqu'au réexamen périodique suivant. Cette évolution climatique tient compte des tendances climatiques correspondant à une région pertinente pour le site concerné ;
- les valeurs enveloppes du retour d'expérience pertinent pour le site.

➤ **Démarche de vérification des exigences**

Les études du volet « *air* » consistent à :

- déterminer les conditions d'ambiance dans les locaux par calculs en considérant la température extérieure réévaluée lors du 4^{ème} RP 900,
- comparer les températures obtenues avec les températures maximales admissibles de chacun des EIPS,
- comparer les températures obtenues avec les températures maximales admissibles des matériels appartenant aux systèmes de ventilation et de production d'eau glacée valorisés dans les études thermiques,
- définir les moyens nécessaires en vue d'assurer la disponibilité des fonctions requises par Grands Chauds, si la température atteinte se révèle trop élevée.

Pour le cas particulier des matériels installés à l'extérieur ou en prise directe avec l'extérieur, la vérification consiste à comparer directement leurs températures admissibles avec les températures d'air extérieur, en tenant compte, lorsque nécessaire, de l'effet de l'ensoleillement.

En complément, en application de la prescription [AGR-B] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, EDF a justifié la disponibilité des équipements nécessaires à la gestion des situations de perte totale des alimentations électriques (alimentations électriques externes et groupes électrogènes de secours principaux) affectant un réacteur et de celles affectant l'ensemble des réacteurs d'un site pour la température extérieure de « longue durée » (TLD) de son référentiel « *Grands Chauds* ».

Les études du volet « *eau* » consistent à réexaminer l'ensemble des exigences liées à la source froide, puis à identifier et vérifier les cas pénalisants pour les chaînes de refroidissement RRI/SEC et SEB Noria/SEB.

Pour chaque scénario d'étude, un couplage entre la puissance évacuée par le système de refroidissement intermédiaire (RRI ou SEB Noria), les températures du système d'eau brute secourue (SEC ou SEB) et la surface d'échange RRI/SEC ou SEB Noria/SEB, permet d'établir un critère sur la valeur minimale du coefficient d'échange RRI/SEC ou SEB Noria/SEB à respecter. La chaîne de refroidissement devant être en mesure d'évacuer la puissance en respectant les températures RRI ou SEB Noria admissibles, et ce coefficient d'échange se dégradant avec l'encrassement des échangeurs RRI/SEC ou SEB Noria/SEB, il en résulte un critère sur l'encrassement maximal des échangeurs RRI/SEC ou SEB Noria/SEB.

La réévaluation des températures maximales de la source froide a conduit EDF à définir de nouvelles températures maximales admissibles RRI en sortie des échangeurs RRI/SEC et SEB Noria en sortie des échangeurs SEB Noria/SEB. Il a donc été vérifié la capacité des systèmes utilisateurs du RRI et du SEB Noria à assurer leur fonction avec ces nouvelles températures maximales de refroidissement (valeurs de découplage) pour les configurations du fonctionnement normal et accidentel.

³ TE signifie Température Exceptionnelle. C'est la température maximale de l'air prise en compte en agression canicule.

⁴ Tmin est la température minimale quotidienne de l'air prise en compte en agression canicule.

❖ Synthèse des études

Les orientations retenues dans le cadre du 4^{ème} RP 900 permettent de renforcer la démonstration de sûreté sur les aspects suivants :

- la modélisation des locaux,
- la prise en compte des performances minimales requises des ventilations,
- la prolongation des scénarios d'accidents au-delà de 24 heures jusqu' à 10 jours.

L'évolution des hypothèses d'études « *Grands Chauds* » ont conduit à la reprise des études thermiques pour le volet « *air* » et le volet « *eau* ».

Pour le volet air, les études « *Grands Chauds* » de l'îlot nucléaire du site de Bugey mettent en évidence le respect des températures de tenue des matériels.

Les performances requises des systèmes de ventilation ont été définies sur la base d'études présentant des conservatismes et des hypothèses de découplage importants vis-à-vis des résultats d'ambiance thermique.

A la suite du GP Agressions et du GP Bilan du 4^{ème} RP 900, EDF a consolidé la robustesse des études « *Grands Chauds* » en démontrant l'existence d'une marge suffisante entre les températures ambiantes des locaux et les températures de disponibilité des matériels, pour couvrir les incertitudes associées à la modélisation des phénomènes thermo-aérauliques dans les locaux. Les dispositions visant à garantir cette marge sont en cours de définition.

Pour le volet « *air* », les résultats des études thermiques Grands Chauds de l'îlot conventionnel du CNPE du Bugey n'identifient aucun dépassement pour les matériels présents dans les locaux de la station de pompage, en salle des machines et dans les galeries SEC de Bugey.

Pour le volet « *eau* », l'analyse réalisée pour les échangeurs RRI/SEC et les échangeurs SEB/SEB Noria montre que le respect des domaines d'encrassement maximal admissible autorise le fonctionnement normal des tranches en puissance pour des températures élevées de la source froide.

La définition de nouveaux cas de chargement dans le cadre du 4^{ème} RP 900 a conduit à la modification des paramètres dans le logiciel SAPA (Station d'Accueil des Petites Applications) de suivi automatique d'encrassement des échangeurs RRI/SEC (PNRL0835 « Mise à jour des paramètres du suivi auto d'encrassement des échangeurs RRI/SEC »).

➤ Prise en compte de l'aggravant et sensibilité au délai opérateur (WENRA)

Pour chacun des scénarios, l'objectif est de vérifier la capacité de repli et de maintien à l'état sûr de la tranche en situation de Canicule avec aggravant.

Les équipements actifs nécessaires vis-à-vis des Grands Chauds sont les systèmes de ventilation et leurs fonctions supports. Pour les matériels en service en fonctionnement normal et ne subissant pas de discontinuité de service (continuité de service), l'application d'un aggravant à ces matériel peut être écartée. Pour les matériels pour lesquels la continuité de service ne peut être valorisée, les études menées démontrent la bonne robustesse des installations. Aucune disposition n'est nécessaire vis-à-vis de l'ambiance thermique.

Les études thermiques n'identifient pas d'action opérateur nécessaire à la protection des matériels en situation d'agression canicule.

❖ Conclusion

Les orientations retenues pour le 4^{ème} RP 900 ont permis de renforcer la démonstration de la robustesse des tranches aux Grands Chauds, en particulier sur les aspects suivants :

- les scénarios incidentels / accidentels prolongés de 24 h jusqu'à 10 jours,
- la prise en compte des performances minimales des ventilations dans les études,
- la vérification du bon comportement des installations vis-à-vis des préconisations WENRA relatives à l'aggravant et aux délais opérateur.

Sur ces bases, les études Grands Chauds ont permis d'identifier les besoins de modifications nécessaires pour répondre aux exigences associées à cette agression qui seront déployées lors du 4^{ème} RP 900.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNRL0835 « Mise à jour des paramètres du suivi auto d'encrassement des échangeurs RRI/SEC » qui consiste à s'assurer de la capacité des échangeurs RRI/SEC à évacuer la puissance thermique associée à des cas de chargement réévalués lors du 4^{ème} Réexamen Périodique du palier 900 MWe, a été intégralement réalisée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. L'impact documentaire de cette modification a été pris en compte.

2.2.1.9 Grand Froid

Partie générique Palier

❖ Contexte et objet des études

Les exigences de protection contre le « *Grand Froid* » applicables à l'ensemble des tranches du parc en fonctionnement ont été élaborées suite au retour d'expérience des hivers les plus froids (notamment de 1984-1985, 1986-1987) et déployées sur les tranches CP0 Bugey à l'occasion des deuxièmes Réexamens Périodiques.

La protection est ainsi assurée :

- pour l'ensemble des EIPS dans les conditions de Froid correspondant au froid de dimensionnement du Palier,
- au-delà du froid de dimensionnement pour les EIPS nécessaires d'une part au repli et au maintien de la tranche dans un état sûr et, d'autre part pour limiter les conséquences radiologiques (pour toutes les situations du Domaine de Dimensionnement).

Le référentiel ayant été instruit à l'occasion du 2^{ème} RP 900. Il n'a pas fait l'objet d'une réévaluation à l'occasion du 3^{ème} RP 900.

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, EDF réexamine le référentiel « *Grand Froid* » en prenant notamment en considération les derniers éléments de veille climatique et les évolutions de la démarche générale de protection contre les agressions (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1) :

- compte tenu des tendances observées et réaffirmées par le Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat (GIEC), EDF a retenu de conserver les valeurs de températures retenues lors des 2^{ème} et 3^{ème} RP 900. En effet, il ressort de ces rapports internationaux une tendance observée à la diminution du nombre de nuits et de jours froids,
- les objectifs d'améliorations de sûreté visés par EDF pour le référentiel « *Grand Froid* » sont relatifs à la prise en compte des niveaux de référence WENRA (aggravant et délais opérateur) (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1).

Dans une démarche de vérification de la conformité des installations, EDF s'assure par ailleurs que les débits de ventilation mesurés sur les sites sont conformes aux hypothèses retenues dans les études thermiques (cf. Volet I – Chapitre 1 – Section 4).

La méthodologie déployée dans le cadre des études Grand Froid, consiste à :

- déterminer les températures ambiantes résultantes dans les locaux ou groupes de locaux (zones thermiques) par modèles de calculs en supposant un couple [température extérieure ; vent] tel que défini dans le référentiel,
- comparer les températures ambiantes obtenues avec les températures minimales admissibles des EIPS nécessaires à l'accomplissement des fonctions de sûreté requises en Grand Froid (y compris les systèmes de ventilation valorisés) et présents dans ces locaux (ou zones thermiques),
- mettre en œuvre des moyens nécessaires en vue d'assurer la disponibilité ou la non-détérioration des EIPS requis par Grand Froid, si la température ambiante atteinte est trop basse.

Pour le cas particulier des EIPS à faible inertie thermique (sans protection tel que le calorifuge) installés à l'extérieur ou en prise directe avec l'extérieur, la vérification consiste à comparer directement leurs températures admissibles avec des températures basses de durée très limitée.

❖ Synthèse des études

Les orientations retenues dans le cadre du 4^{ème} RP 900 permettent de justifier et de renforcer la sûreté vis-à-vis du risque d'agression Grand Froid, en particulier sur les aspects suivants :

- réévaluation des apports calorifiques et mise à jour des études thermiques, compte tenu des évolutions de l'installation intervenues au fil des réexamens périodiques,
- prise en compte des évolutions de la démarche générale de protection contre les agressions :
 - mise à jour de la liste des EIPS à protéger en Grand Froid,
 - utilisation des valeurs de débits garanties par les Essais Périodiques pour la ventilation (cf. Volet I – Chapitre 1 – Section 4),
 - utilisation d'un nouveau logiciel de calcul permettant une modélisation plus fine des effets physiques,
 - nouveau zonage avec un regroupement plus fin des locaux,
 - application des niveaux de référence WENRA (aggravant et délais opérateur) (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1).

EDF a vérifié que les hypothèses d'études retenues dans le cadre de la protection contre le Grand Froid lors du 3^{ème} RP 900 ne sont pas remises en cause ni par le retour d'expérience (tant vis-à-vis des températures récentes mesurées, que de la concomitance du froid et du vent) ni par l'analyse du REX de l'hiver 2012.

La synthèse des études Grand Froid Bugey incluant les résultats des études thermiques et analyses fonctionnelles de l'îlot nucléaire a identifié des dépassements dans le Bâtiment Diesel ventilé par les systèmes LHG/LHH. Ces dépassements conduisent à mettre en place une préconisation dans le cadre du Programme de Base de Maintenance Préventive (PBMP) des ventilateurs LHG/LHH et la mise en œuvre d'une disposition organisationnelle dans la Règle Particulière de Conduite, en y intégrant l'ouverture d'une porte.

Les résultats des études thermiques Grand Froid de l'îlot conventionnel du site de Bugey identifient des risques de dépassement des températures de tenue des matériels en station de pompage, galerie SEC, salle des machines et galeries mécaniques.

Ces risques de dépassement sont traités dès la phase A par les modifications suivantes :

- La modification PNPE0186 qui consiste à :
 - tracer et calorifuger les tuyauteries de réalimentation ASG par SER en amont et en aval des pompes SER situées dans le local de déminéralisation,
 - calorifuger une portion de la file SER.
- La modification des consignes d'exploitation consistant, en phase vigilance, à forcer un débit de circulation dans la tuyauterie SER/ASG en salle des machines par ouverture de vannes SER selon un seuil de température.

Des vannes et des thermostats de déclenchement des armoires de climatisation et de ventilateurs sont valorisés en tant que EDA Grand Froid.

En phase B, ces risques de dépassement sont aussi traités par une modification matérielle de calorifugeage des tuyauteries SER en salle des machines et également de traçage de ces tuyauteries (PNPP0722).

➤ Prise en compte de l'aggravant et sensibilité au délai opérateur (WENRA)

Pour chacun des scénarios, l'objectif est de vérifier la capacité de repli et de maintien à l'état sûr de la tranche en situation d'Aggression Grand Froid cumulé à un aggravant.

Concernant la station de pompage, la prise en compte d'un aggravant sur un équipement actif nécessaire vis-à-vis de l'agression Grand Froid conduirait au plus à la perte de la source froide sur une tranche. La réalimentation ASG par le SER en gravitaire étant disponible dans ces conditions, la capacité de repli et maintien à l'état sûr de la tranche est assurée et la situation est donc jugée acceptable.

Les équipements actifs nécessaires vis-à-vis du Grand Froid sont les systèmes de ventilation et certains traçages électriques ainsi que leurs fonctions supports. Pour les matériels en service en fonctionnement normal et ne subissant pas de discontinuité de service (continuité de service), l'application d'un aggravant à ces matériel peut être écartée. Pour les matériels pour lesquels la continuité de service ne peut être valorisée, les études menées démontrent la bonne robustesse des installations. Aucune disposition n'est nécessaire vis-à-vis de l'ambiance thermique.

Les études thermiques n'identifient pas d'action opérateur nécessaire à la protection des EIPS à maintenir opérationnels en situation d'agression Grand Froid.

❖ Conclusion

EDF a réexaminé les températures à prendre en compte dans les études de sûreté pour l'agression « *Grand Froid* » lors du 4^{ème} RP 900.

Les évolutions méthodologiques et la mise à jour de certaines hypothèses d'études ont débouché sur un besoin de modification de la conception des installations ou de leur exploitation pour respecter les températures minimales admissibles des EIPS.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPE0186 « Calorifugeage et traçage électrique en station de déminéralisation » a été réalisée pour la station de déminéralisation du CNPE du Bugey. L'impact documentaire de cette modification a été pris en compte.

La modification PNPP0722 « Traçage et calorifugeage de l'alimentation de la bache ASG par SER en salle des machines » sera déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900.

Les modifications intellectuelles issues des études Grand Froid ont été prises en compte dans la documentation d'exploitation.

2.2.1.10 Agressions de la source froide

Partie générique Palier

❖ Contexte et objet des études

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, l'objectif d'amélioration de sûreté visé par EDF pour les agressions spécifiques à la source froide est de vérifier la robustesse des installations vis-à-vis de ces agressions ou phénomènes, au travers de la déclinaison des requis de sûreté des stations de pompage.

Les agressions « *Frasil* » et « *Prise en glace* », « *Plus Basses Eaux de Sécurité (PBES)* » et « *Arrivée de nappes d'hydrocarbures* » ont été explicitement prises en compte pour la conception et/ou la vérification de la protection des tranches dès le 3^{ème} RP 900.

Faisant suite aux événements marquants survenus en 2009 (colmatage par frasil actif des grilles avancées de Chooz, divers épisodes de colmatage par des débris végétaux à Blayais et à Cruas), EDF a fait évoluer les requis de sûreté des systèmes de la station de pompage pour :

- intégrer le système de « *préfiltration de l'eau brute* » comme support à la fonction de sûreté « *filtration de l'eau brute* »,
- prendre en compte l'ensemble des agressions externes ou phénomènes spécifiques à la source froide (y compris Arrivée Massive de Colmatant (AMC) et Ensablement / Envasement),
- prendre en compte les cumuls ou combinaisons plausibles pour ces agressions ou phénomènes.

Ces éléments ont fait l'objet d'une instruction dans le cadre du thème « *vulnérabilité des sources froides vis-à-vis des agressions externes* » du GP REX 2009-2011.

Le référentiel d'exigences de sûreté applicable à la protection contre les agressions spécifiques de la source froide à l'occasion du 4^{ème} RP 900 tient compte de ces différentes instructions et en particulier sur les points suivants :

- amélioration de la caractérisation du phénomène de prise en glace et de la couverture du cumul Grand Froid / Basses Eaux au travers du développement de la méthodologie « *Prise en glace* »,
- prise en compte du cumul « *frasil + étiage hivernal* »,
- modification du principe de protection contre le frasil des tranches réfrigérées en circuit ouvert.

❖ Synthèse des études

➤ **Plus Basses Eaux de Sécurité (PBES)**

Le niveau de PBES du CNPE du Bugey a été réévalué. L'étude de vérification de l'alimentation des pompes de sûreté réalisée avec la nouvelle valeur de PBES conclut à la robustesse des dispositions existantes sans modification additionnelle.

➤ **Prise en glace**

Les études montrent que le site de Bugey est robuste en l'état. Aucune modification complémentaire n'est donc requise pour le 4^{ème} RP 900.

➤ **Frasil**

Le CNPE du Bugey est sensible à l'agression « Frasil ».

EDF met en œuvre sur le CNPE du Bugey la modification PNPP0723 « Mise en place de recirculation hivernale pour les sites non robustes en situation de frasil » dans le cadre du 4^{ème} RP 900, au titre de l'amélioration de sûreté dans la prise en compte de l'agression « Frasil ».

De plus, des capteurs mesurent la température de l'eau en amont des échangeurs SEC/RR1. Cette mesure est l'indicateur à considérer pour la mise en service de la recirculation hivernale.

Enfin, des batardeaux de banalisation inter-voies permettent le lignage des pompes de sûreté sur les grilles de préfiltration et les tambours filtrants protégés par le dispositif de recirculation hivernale.

➤ **Arrivée massive de colmatant (AMC)**

Le CNPE du Bugey est sensible à l'agression AMC. Les études concluent à la robustesse du CNPE du Bugey et reposent sur les dispositions suivantes :

- les grilles de préfiltration qui assurent la protection des tambours filtrants en empêchant l'entrée des corps flottants de grande dimension dans le bassin de prise d'eau,
- les tambours filtrants,
- les capteurs de mesure de perte de charge des tambours filtrants associés à un automatisme permettant le déclenchement des pompes de production en cas de colmatage élevé,
- les capteurs de mesure de niveau à l'aval des tambours filtrants associés à un automatisme de déclenchement des pompes de production en cas d'atteinte d'un niveau bas,
- le lavage basse pression et la rotation petite vitesse des tambours filtrants permettant de décoller et évacuer les débris accumulés sur les panneaux filtrants.

Pour le CNPE du Bugey, la déclinaison de la méthodologie montre que le site est robuste grâce au déploiement de la modification PNPP0720 qui consiste à rénover les capteurs de perte de charge des tambours filtrants CRF et à installer une mesure de niveau à l'aval de chaque tambour filtrant CRF.

➤ **Arrivée d'une nappe d'hydrocarbures**

Le CNPE du Bugey est considéré comme non sensible à l'agression « Hydrocarbures ».

➤ **Ensablement/Envasement**

La prise d'eau du CNPE du Bugey est constituée d'un canal d'amenée qui alimente les stations de pompage des quatre tranches. Ce canal d'amenée étant directement connecté au Rhône, le site est susceptible de subir l'agression ensablement/envasement.

Pour le canal d'amenée et la fosse à graviers, la maîtrise du risque du phénomène d'ensablement/envasement repose sur la mise en œuvre d'un suivi bathymétrique régulier, le respect de critères de dragage et la réalisation d'opérations de dragage en cas d'atteinte de ces critères.

Pour les autres ouvrages de la station de pompage, le REX du site et la mise en place de dispositions organisationnelles adaptées (bathymétrie, inspection, nettoyage...) qui reposent sur les Programme de Base de Maintenance Préventive (PBMP) déclinés sur le site et sur des gammes de maintenance propres au site, permettent de garantir la robustesse des ouvrages vis-à-vis du phénomène ensablement/envasement.

Pour le CNPE du Bugey, la déclinaison de la méthodologie montre que le site est robuste à l'agression « ensablement/envasement » grâce aux dispositions énoncées ci-dessus.

➤ **Aggravant et sensibilité au délai opérateur (WENRA)**

Les études de sensibilité vis-à-vis d'un aggravant ou de délais opérateur plus importants montrent que :

- l'application d'un aggravant, selon les règles génériques définies pour les études agression, est sans impact pour les agressions spécifiques à la source froide,
- la prise en compte d'un délai opérateur de 35 minutes pour les actions en local ne remet pas en cause les conclusions des analyses de robustesse des stations de pompage aux agressions spécifiques à la source froide.

❖ **Conclusion**

Les principales modifications apportées vis-à-vis du référentiel de sûreté de la station de pompage sont déployées dans le cadre du 4^{ème} RP 900.

L'ensemble de ces dispositions ainsi que la mise à jour des études relatives à la station de pompage en y intégrant les retombées des instructions intervenues depuis 2012, permettent d'assurer la démonstration de la protection des sources froides de l'installation vis-à-vis des agressions ou phénomènes PBES, frasil, prise en glace, AMC, hydrocarbures et ensablement/envasement.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP0720 « Mise en place de capteur niveau aval filtration avec déclenchement des pompes de production pour être robuste à l'agression « *arrivée massive de colmatant* » a été intégralement réalisée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. L'impact documentaire de cette modification a été pris en compte.

La modification PNPP0723 « Mise en place de recirculation hivernale pour les sites non robustes en situation de frasil » qui consiste à diffuser l'eau chaude des rejets SEC des auxiliaires commune aux quatre tranches devant les grilles de préfiltration CRF a été intégralement réalisée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. L'impact documentaire de cette modification a été pris en compte.

2.2.1.11 Grands vents et projectiles générés par grand vent

Partie générique Palier

❖ Contexte et objet des études

L'objectif pour le 4^{ème} RP 900 est de réévaluer le niveau de vent à prendre en compte, en suivant les règles Neige et Vent 65 modifiées en 2009. En complément, suite à l'instruction de ce thème au 3^{ème} RP 1300, les études cherchent d'éventuelles faiblesses localisées présentes sur les ouvrages, pouvant remettre en cause la protection des équipements situés à l'intérieur des bâtiments (prise en compte des cibles situées à l'intérieur des bâtiments, derrière les fragilités de type portes et trémies).

❖ Synthèse des études

Concernant la réévaluation des niveaux de vent, les études réalisées ont montré que la réactualisation des règles Neige et Vent n'avait pas entraîné une augmentation des niveaux de vent. La robustesse des cibles vis-à-vis des niveaux de vent réactualisés est donc justifiée.

Pour l'îlot nucléaire, les études réalisées vis-à-vis de l'agression Projectiles Générés par Grands Vents (PGGV) à l'état du 4^{ème} RP 900 montrent que les installations sont robustes à l'agression, sans modification additionnelle.

Pour l'îlot conventionnel, les études réalisées vis-à-vis de l'agression PGGV, à l'état du 4^{ème} RP 900, montrent que des cibles de sûreté situées à l'intérieur de la station de pompage de sauvegarde de la tranche et au niveau de la station de déminéralisation peuvent être agressées en raison de la capacité insuffisante de certaines grilles de ventilation à stopper les projectiles générés par le grand vent et à atténuer fortement l'effet direct du vent. Ainsi, EDF prévoit le renforcement ou l'ajout de structures de Génie Civil robustes aux PGGV de type structure en charpente métallique avec systèmes de protection (de type tôle, caillebotis, filet de protection, bardage double peau). Les autres faiblesses sont traitées par le renforcement ou le remplacement des grilles de ventilation existantes par des grilles robustes au PGGV.

La modification PNPE0165 « Protection contre les Projectiles Générés par Grand Vent » vise à protéger les tuyauteries des systèmes SEC et SEB et câbles électriques des galeries via les édicules d'accès aux galeries ou des dalles amovibles et des matériels du système SER en station de déminéralisation à l'aide de structure ou d'éléments métalliques robustes vis-à-vis des PGGV.

La modification PNRL0841 « Modification PGGV Bugey » vise à protéger les matériels du système CRF situés dans les locaux des tambours filtrants en ajoutant des « tôles écran » autour des gaines de ventilation.

La modification PNPP0543 « Mise en place de système de conditionnement d'air pour les stations de pompage de Bugey » consiste à conditionner en air les locaux de la station de pompage et à mettre en place des structures et éléments métalliques robustes vis-à-vis des PGGV autour des aérocondenseurs.

EDF a également vérifié l'absence de risque de survitesse des ventilateurs induits par le grand vent.

Enfin, faisant suite à l'instruction du thème PGGV dans le cadre du 3^{ème} RP 1300, EDF a prévu des dispositions d'exploitation demandant la réalisation d'inspections visuelles des EIP vulnérables aux vents forts en cas de grand vent. L'objectif de cette Règle Particulière de Conduite (RPC) est d'assurer l'absence de dégradation des installations après une tempête, pour assurer la poursuite de l'exploitation en toute sûreté. Cette RPC est déployée lors du 4^{ème} RP 900.

➤ Aggravant et sensibilité au délai opérateur (WENRA)

La prise en compte d'un aggravant et la sensibilité au délai opérateur sont sans impact sur l'installation. En effet :

- aucun équipement actif n'est nécessaire pour garantir la protection contre le grand vent,

- aucune action opérateur n'est nécessaire pour garantir la protection contre le grand vent.

❖ Conclusion

EDF a réalisé des études complémentaires PGGV visant à renforcer le niveau de protection des cibles de sûreté.

Pour l'îlot nucléaire, aucune modification n'est nécessaire. Pour l'îlot conventionnel, des renforcements sont prévus sur les installations et déployés lors du 4^{ème} RP 900.

A l'instar de ce qui a été décidé pour le 3^{ème} RP 1300, EDF déploie une Règle Particulière de Conduite consistant à faire une inspection des installations suite à une tempête pour s'assurer de l'absence de dégradation des installations et poursuivre l'exploitation en toute sûreté.

L'analyse de sensibilité à l'aggravant et au délai opérateur, au titre des niveaux de référence WENRA, conclut à l'absence d'impact sur l'installation ou son exploitation.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

- îlot conventionnel

La modification PNPE0165 « Protection contre les Projectiles Générés par Grand Vent » vise à protéger également les moteurs des pompes SEB et SEC de la tranche 3 à l'aide de structure ou d'éléments métalliques robustes vis-à-vis des PGGV.

- îlot nucléaire

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPE0165 « Protection contre les Projectiles Générés par Grand Vent »,
- PNPP0543 « Mise en place de système de conditionnement d'air pour les stations de pompage de Bugey »,
- PNRL0841 « Modification PGGV Bugey »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey.

2.2.1.12 Tornado

Partie générique Palier

❖ Contexte et objet des études

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, EDF a défini un niveau de tornade de référence des installations.

❖ Synthèse des études

Le niveau de la tornade de référence vise à couvrir des aléas de fréquence supérieure à une valeur repère de 10^{-4} / an. Sur la base de l'évaluation de la probabilité d'occurrence des tornades, la fréquence annuelle de dépassement d'une vitesse maximale de vent de tornade de 29 m/s (vitesse qui correspond à une tornade de niveau EF0 - sur l'échelle Enhanced Fujita) est de l'ordre de 3.10^{-5} / an pour la zone Océanique, et de l'ordre de $1,1.10^{-5}$ / an pour la zone Reste de la France. Les vitesses de vent d'une tornade d'intensité EF0 sont donc enveloppes des vitesses de vent d'une tornade correspondant à la valeur repère de 10^{-4} / an, pour la zone Océanique comme pour la zone Reste de la France.

A ce titre, le niveau de la tornade de référence retenue par EDF pour le Domaine de Dimensionnement correspond à EF0, pour la zone océanique comme pour la zone Reste de la France. Les différents effets de la tornade sont :

- la pression dynamique du vent,
- les projectiles éventuellement mis en suspension et accélérés,
- la chute brutale de pression au centre du vortex.

Pour la tornade de référence :

- la pression dynamique exercée par le vent est couverte par la conception des bâtiments et structures qui impose des niveaux de vent supérieurs,
- les hypothétiques projectiles sont couverts par les projectiles étudiés au titre de l'agression de référence Projectiles Générés par le Grand Vent (PGGV) (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 0),
- la dépression au centre du vortex n'est dimensionnante ni pour les bâtiments, ni pour les ventilateurs.

La robustesse du Palier CP0 Bugey vis-à-vis des effets associés à la tornade de référence correspondant à une tornade de niveau EF0, est garantie par la prise en compte de phénomènes plus sévères à la conception. De plus, dans le cadre des suites d'instruction de la phase générique du 4^{ème} RP 900, au plus tard cinq ans après la remise du rapport de conclusion du réexamen, EDF retiendra comme niveau d'aléa de référence une tornade d'intensité EF2 sur l'échelle de Fujita, définie par la vitesse moyenne des vents caractérisant cette intensité, à savoir 55,5 m/s.

En complément, EDF a mené une étude sur les tornades et les conjonctions de phénomènes associés. Cette étude montre que les aléas induits par la cellule orageuse ne se produisent pas au même instant et au même endroit, à l'exception de la pluie mais dont les caractéristiques ne sont pas dimensionnantes. Il n'est donc pas nécessaire d'intégrer de nouveaux scénarios à aléas multiples dans le référentiel tornade.

La prise en compte de l'aggravant et la sensibilité au délai opérateur au titre des niveaux de référence WENRA sont sans impact sur l'installation ou son exploitation. En effet :

- aucun équipement actif n'est nécessaire pour garantir la protection contre les tornades,
- aucune action opérateur n'est nécessaire pour garantir la protection contre les tornades.

❖ Conclusion

Les études menées vis-à-vis de la tornade de référence (niveau d'intensité EF0 sur l'échelle de Fujita) montrent que les dispositions prises par ailleurs à la conception des réacteurs et au titre du référentiel Grand Vent et Projectiles Générés par le Grand Vent rendent l'installation robuste à cette agression.

Dans le cadre des suites de l'instruction du 4^{ème} RP 900, le niveau de tornade de référence pris en compte dans la démonstration de sûreté sera augmenté au plus tard 5 ans après la remise du RCR (niveau d'intensité EF2 sur l'échelle de Fujita).

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Il n'y a pas de modification concernant ce thème sur la tranche 3 du CNPE du Bugey.

2.2.1.13 Foudre et interférences électromagnétiques (IEM) externes

Partie générique Palier

❖ Contexte et objet des études

EDF a défini, à l'occasion du 4^{ème} RP 900, de nouvelles exigences de sûreté pour ces agressions visant à garantir, en cas de chocs de foudre, l'atteinte et le maintien en état sûr des tranches et à limiter les rejets radioactifs, en prenant en considération les éventuels effets induits par la foudre.

La méthodologie pour analyser la robustesse des installations vis-à-vis de l'agression foudre et IEM externes a été mise à jour.

Elle consiste en la réalisation d'études qui sont documentées pour chaque site dans :

- l'« *Analyse Impact Foudre* » (AIF) qui concerne les matériels extérieurs soumis au champ rayonné. Elle a pour objectif :
 - d'analyser l'impact de la foudre sur les équipements extérieurs, en toitures et en façades des bâtiments dits « *cibles* » (qui contiennent des EIP) du CNPE,
 - d'indiquer les préconisations afin de réduire les effets de la foudre à un niveau compatible avec les objectifs de sûreté à l'intérieur des bâtiments dits « *cibles* ».
- la « *Note de Calcul de Surtension* » concerne les liaisons électriques inter-bâtiments pouvant faire transiter des surtensions en cas de foudroiement de bâtiment. Elle a pour objectif :
 - d'analyser la vulnérabilité des liaisons inter-bâtiments en effectuant des calculs de surtensions sur les liaisons raccordées aux bâtiments dits « *cibles* »,
 - de dresser la liste des protections à mettre en place sur les liaisons à protéger.

Afin de déterminer les points d'impacts potentiels de la foudre (possibilité qu'une cible soit touchée par un coup de foudre), EDF s'appuie sur la norme NF-EN-62305-1.

❖ Synthèse des études

A l'issue des études « *Foudre et IEM externes* », EDF met en œuvre la modification « Protection contre la foudre » (PNPP0951) qui prévoit l'ajout de protections de types parafoudres, pointes captrices ou capotages pour assurer la conformité des tranches vis-à-vis des objectifs visés.

EDF estime qu'une tempête solaire qui pourrait engendrer des manques de tension externes de longue durée de façon simultanée sur plusieurs sites électronucléaires est un événement extrêmement rare. Il n'apparaît pas nécessaire de la prendre spécifiquement en compte, sachant que le référentiel de sûreté du Parc nucléaire d'EDF couvre déjà l'évènement manque de tension de longue durée jusqu'à 15 jours.

A la suite de l'instruction dans le cadre du GP Agressions du 4^{ème} RP 900, EDF a analysé l'impact des champs rayonnés par un coup de foudre sur les Equipements de Disposition Agression (EDA) liés à l'incendie et à l'explosion interne. L'analyse conclut que les champs rayonnés n'impactent pas ces EDA du fait des caractéristiques de ces matériels et de leur emplacement dans les locaux.

Vis-à-vis de la sensibilité de ces études à l'aggravant et au délai opérateur (niveaux de références WENRA), aucun impact n'est identifié dans la mesure où :

- ☐ aucun équipement actif n'est nécessaire pour garantir la protection contre la foudre,
- ☐ aucune action opérateur n'est nécessaire pour garantir la protection contre la foudre.

❖ Conclusion

Les études réalisées dans le cadre de la protection contre l'agression « *Foudre et IEM externes* » ont permis de mettre en évidence sur le site de Bugey un besoin limité de modifications pour atteindre les objectifs de protection contre la foudre qui sont mises en œuvre lors du 4^{ème} RP 900.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP0951 « Mise en place des parafoudres » a été intégralement réalisée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. Les impacts documentaires de cette modification ont été pris en compte.

2.2.1.14 Neige

Partie générique Palier

❖ Contexte et objet des études

L'objectif est d'assurer la robustesse des cibles de sûreté en situation d'agression Neige réévaluée suivant les règles « *Neige et Vent* » de 1965 édition 2009.

Les bâtiments et structures des tranches nucléaires du Palier CP0 Bugey ont été dimensionnés selon les règles « *Neige et Vent* » de 1965 en vigueur au moment de leur conception. Ces règles ont fait l'objet de plusieurs mises à jour depuis l'édition initiale, les deux dernières datant de 2000 et 2009. Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, les EIPS requis en cas d'agression externe Neige sont vérifiés vis-à-vis des charges de neige à partir de la réactualisation des règles « *Neige et Vent* » édition 2009.

La démarche consiste à comparer les charges NV2000 et les charges NV2009 et à s'assurer que les cibles de sûreté à protéger sont correctement dimensionnées vis-à-vis des charges climatiques mises à jour en 2009.

❖ Synthèse des études

Pour CP0 Bugey, l'évolution des règles « *Neige et Vent* » de 1965 entre les règles modifiées 2000 et les règles modifiées 2009 n'a pas d'impact. Les charges climatiques restent inchangées ou diminuent par rapport aux « *Règles NV65* » édition 2000.

Ainsi pour l'îlot nucléaire et l'îlot conventionnel, les vérifications ont conclu à la tenue des ouvrages et équipements avec les « *règles NV65* » édition 2009. Aucune modification n'est donc nécessaire dans le cadre du 4^{ème} RP 900.

Vis-à-vis de la sensibilité de ces études à l'aggravant et au délai opérateur (niveaux de références WENRA), aucun impact n'est identifié dans la mesure où :

- aucun équipement actif n'est nécessaire pour garantir la protection contre la neige,
- aucune action opérateur n'est nécessaire pour garantir la protection contre la neige.

❖ Conclusion

Les études réalisées pour CP0 Bugey ont conclu à la tenue des ouvrages et équipements avec les règles NV65 édition 2009. Les analyses de sensibilité à la prise en compte de l'aggravant et au délai opérateur (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1) concluent à l'absence d'impact sur l'installation ou son exploitation.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Il n'y a pas de modification concernant ce thème sur la tranche 3 du CNPE du Bugey.

2.2.1.15 Maîtrise du risque industriel

Partie générique Palier

❖ Contexte et objet des études

➤ Activités industrielles et transport de marchandises dangereuses extérieurs au CNPE

La maîtrise des risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication externes passe par le suivi de l'environnement associé et l'évaluation des risques correspondants sur les installations nucléaires de base. L'analyse des risques associée repose sur l'application de la règle fondamentale de sûreté RFS I-2.d.

Les familles de sources d'agressions potentielles considérées sont :

- les installations industrielles fixes telles que stockages et unités de production extérieures au site ;
- les canalisations de transport (gazoducs, oléoducs) extérieures au site ;
- les différents modes de transport de marchandises dangereuses (routier, ferroviaire, fluvial ou maritime) extérieures au site.

Au-delà des objectifs généraux applicables à l'ensemble des agressions à considérer pour le 4^{ème} RP 900, l'objectif d'amélioration des exigences de sûreté visé par EDF pour la maîtrise des risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication extérieures au site porte sur la mise à jour des paramètres d'accidentologie en tenant compte des dernières informations disponibles.

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, EDF prend par ailleurs en compte les demandes formulées par l'ASN dans le cadre du 3^{ème} RP 1300, qui ont notamment amené EDF à mettre à jour la méthodologie d'évaluation du terme d'accidentologie.

➤ Transport de marchandises dangereuses interne au CNPE

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, EDF a transmis à l'ASN une note de cadrage de la « méthodologie pour le traitement des risques liés aux transports de marchandises dangereuses à l'intérieur des CNPE », applicable à tous les paliers, pour la déclinaison des études sites spécifiques pour chaque CNPE. Cette méthodologie prend en considération des demandes formulées par l'ASN, visant à compléter les études de risques liés au transport interne de marchandises dangereuses présentées par EDF dans le cadre du 3^{ème} RP 1300.

❖ Synthèse des études

➤ Activités industrielles et transport de marchandises dangereuses extérieurs au CNPE

La RFS I-2.d définit entre autres la liste des installations industrielles et des voies de communication pouvant induire des risques sur les réacteurs nucléaires.

Les risques liés à l'environnement industriel ont été pris en compte de manière déterministe à la conception des installations par la protection standard. Le dimensionnement des structures a été réalisé vis-à-vis du phénomène d'explosion de type détonation.

La tenue à l'onde de surpression concerne les bâtiments et ouvrages de génie civil assurant ou contenant des installations répondant aux trois fonctions de la RFS I-2.d et les orifices de ces bâtiments (portes d'accès et prise d'air de ventilation).

Conformément à la RFS I-2.d, l'ordre de grandeur de la probabilité limite pour accepter un dégagement inacceptable de substances radioactives à la limite du site pour l'ensemble des agressions d'origine extérieure liées aux activités humaines est de 10^{-6} / année.réacteur, pour chacune des fonctions suivantes :

- Arrêt du réacteur et évacuation de la puissance résiduelle ;
- Stockage du combustible usé ;
- Traitement des effluents radioactifs.

Pour tenir compte de la sommation des probabilités d'accidents d'origines différentes aux conséquences analogues, la RFS I-2.d fixe, pour chaque famille de sources d'agressions considérée, un ordre de grandeur limite de la probabilité d'occurrence de l'événement de 10^{-7} / année.réacteur.

Faisant suite à l'instruction du thème « *risques industriels* » lors du 3^{ème} RP 1300, EDF a fait évoluer la méthodologie d'évaluation des risques industriels dans le cadre du 4^{ème} RP 900.

Le thème comporte deux axes de travail :

- Le suivi de l'environnement industriel et des voies de communication extérieures au site : une mise à jour des données relatives à l'environnement industriel de chaque site est réalisée ;
- L'évaluation des risques associés sur les installations. EDF a mis à jour sa méthodologie dans le cadre du programme de travail du 4^{ème} RP 900. Les études s'appuient sur les paramètres d'accidentologie actualisés produits dans le cadre du 3^{ème} RP 1300 et actualisés pour le 4^{ème} RP 900.

L'objectif de sûreté des études du 4^{ème} RP 900 est de réévaluer cette probabilité avec des données actualisées concernant l'accidentologie et les données propres à l'environnement de chaque site. Pour cela, les données suivantes sont mises à jour :

- Les valeurs des paramètres d'accidentologie ;
- Les données propres à l'environnement de chaque site : localisation des ICPE, canalisations, voies de communication extérieures au site avec le trafic des marchandises dangereuses associées.

Les spécificités de l'environnement du CNPE du Bugey conduisent à ne retenir que les risques liés aux transports de marchandises dangereuses par voies de communication extérieures au site. Les ICPE et canalisations sont exclues du champ d'étude du fait de leur éloignement vis-à-vis du disque cible du CNPE et/ou de l'absence de source de danger.

Risque explosif :

L'objet de l'étude est d'évaluer le risque d'explosion d'un nuage de gaz explosif avec ou sans dérive lié aux transports de marchandises dangereuses à proximité du CNPE du Bugey.

Les phénomènes dangereux considérés, ainsi que les distances, au regard des différentes voies de communication, conduisent à écarter d'une manière déterministe la plupart des scénarios.

Les études déterministes et probabilistes réalisées, lorsque nécessaire, conduisent à un risque explosif négligeable (de l'ordre de 10^{-8} / année.réacteur).

Risque toxique :

L'objet de l'étude est d'apprécier le risque de perte de la capacité des opérateurs en salle de commande à assurer les actions humaines nécessaires au retour et au maintien en état sûr du réacteur, en cas d'exposition à des substances toxiques susceptibles d'être relâchées par des installations industrielles voisines ou des transports de marchandises dangereuses à proximité du CNPE du Bugey.

Les phénomènes dangereux considérés, ainsi que les distances, au regard des différentes voies de communication, écartent d'une manière déterministe la plupart des scénarios. L'étude probabiliste conduite, lorsque nécessaire, rend négligeable le risque d'effet pour l'ensemble des familles de sources d'agression (de l'ordre de 10^{-10} / année.réacteur).

Risque incendie externe :

L'objet de l'étude est d'évaluer, pour les produits en cause, le risque que le flux thermique d'un incendie puisse endommager les équipements liés aux fonctions listées précédemment mais aussi le risque d'intoxication dû aux fumées se dégageant de l'incendie, pour les opérateurs en salle de commande.

Les conséquences thermiques et toxiques d'un incendie de camion transportant des hydrocarbures sur la route départementale la plus proche ont été analysées. Les résultats obtenus démontrent qu'il n'y a pas de risque pour la centrale. En effet, le flux thermique reçu par la cible la plus proche de la route départementale et la dose toxique associée aux fumées de combustion atteignant la salle de commande sont très faibles.

Le scénario de feu de nappe est également susceptible de se produire sur les voies routières. Compte tenu de l'éloignement des voies de communication vis-à-vis du CNPE et des distances d'effet en résultant, l'occurrence d'un feu de nappe, quel que soit l'axe considéré et la forme de la nappe, n'a pas de conséquence sur la sûreté du CNPE.

Aggravant et sensibilité au délai opérateur (WENRA) :

Vis-à-vis de la sensibilité de ces études à l'aggravant et au délai opérateur (niveaux de références WENRA), aucun impact n'est identifié dans la mesure où :

- la fréquence d'occurrence de l'agression étant très faible, un cumul avec une défaillance d'équipement actif relève du risque résiduel ;
- aucune action opérateur n'est nécessaire à la protection contre les risques industriels.

Conclusion :

La probabilité de dégagement inacceptable de substances radioactives en limite du CNPE du Bugey obtenue est de l'ordre de 10^{-8} / année.réacteur pour l'ensemble des agressions d'origine extérieure liées aux activités humaines. Ces résultats respectent les valeurs repères définies dans la RFS I-2.d.

➤ Transport de marchandises dangereuses interne au CNPE

Par découplage avec les études de risques liés à l'environnement industriel, l'objectif est de limiter le risque de mise en défaut des fonctions définies dans la RFS I-2.d.

Suite à l'instruction du thème dans le cadre du 3^{ème} RP 1300, EDF a mis à jour la méthodologie « transport de marchandises dangereuses interne », prenant en compte les éléments complémentaires suivants de l'ASN :

- se fonder sur une analyse déterministe en étudiant l'ensemble des phénomènes dangereux pouvant résulter d'un accident de transport interne, y compris les incendies, explosions et les émissions de substances dangereuses, ainsi que leurs effets sur les cibles de sûreté avant d'évaluer la probabilité d'atteinte des niveaux d'agression maximaux admissibles pour ces cibles,
- approfondir l'évaluation des risques liés au feu de camion.

L'objet de l'étude est d'évaluer les risques de type explosion, incendie et toxique associés aux transports de marchandises dangereuses arrivant sur (ou quittant) le site.

Les phénomènes dangereux considérés, ainsi que les distances aux cibles de sûreté les plus proches, écartent d'une manière déterministe la plupart des scénarios.

L'étude probabiliste menée de façon semi-quantitative, lorsque nécessaire, conduit à un risque associé aux transports

de marchandises dangereuses interne négligeable. L'étude réalisée a permis de démontrer qu'aucun phénomène dangereux n'a de conséquence significative en termes de sûreté pour le site de Bugey.

❖ Conclusion

Activités industrielles et transport de marchandises dangereuses extérieurs au CNPE

La mise à jour de la méthodologie a permis de prendre en compte les suites de l'instruction du thème lors du GP Orientations 4^{ème} RP 900. L'évaluation des risques générés par l'environnement industriel, menée dans le cadre du 4^{ème} RP 900 pour le CNPE du Bugey, permet de justifier l'adéquation des dispositions de protection actuelles pour vérifier le respect des exigences de la RFS I-2.d.

Transport de marchandises dangereuses interne au CNPE

La méthodologie pour le traitement des risques liés aux transports de marchandises dangereuses à l'intérieur des CNPE intégrant les suites d'instruction du 3^{ème} RP 1300 et certaines demandes de l'ASN a été déclinée sur le CNPE du Bugey. L'étude réalisée a permis de démontrer qu'aucun phénomène dangereux n'a de conséquence significative en termes de sûreté pour le site de Bugey.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Il n'y a pas de modification concernant ce thème sur la tranche 3 du CNPE du Bugey.

2.2.1.16 Maîtrise du risque aérien

Partie générique Palier

❖ Contexte et objet des études

La maîtrise du risque aérien est basée sur le suivi de l'environnement aéronautique des sites puis sur l'évaluation des risques associés sur les installations nucléaires de base. L'analyse du risque aérien repose sur l'application de la Règle Fondamentale de Sûreté (RFS) I-2.a.

Au-delà des objectifs généraux applicables à l'ensemble des agressions à considérer au 4^{ème} RP 900 (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1), l'objectif d'amélioration des exigences de sûreté visé par EDF pour la maîtrise du risque aérien porte sur la mise à jour des données d'entrée (trafics, cibles de sûreté) en tenant compte des dernières informations disponibles. Les évolutions génériques à l'ensemble des agressions (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1) sont également prises en compte.

❖ Synthèse des études

Cette agression a été prise en compte dès la conception par le dimensionnement du génie civil de certaines structures vis-à-vis de l'impact des projectiles issus de l'aviation générale.

A l'occasion des réexamens périodiques, les risques aériens sont réévalués selon la Règle Fondamentale de Sûreté (RFS) I-2.a, qui s'appuie sur une approche probabiliste afin d'évaluer le risque de dégagement inacceptable de substances radioactives à la limite du site.

Conformément à cette RFS, l'ordre de grandeur de la probabilité limite pour accepter l'éventualité d'un dégagement inacceptable de substances radioactives à la limite du site est de 10^{-6} / année.réacteur pour chacune des fonctions suivantes :

- arrêt du réacteur et évacuation de la puissance résiduelle,
- stockage du combustible usé,
- traitement des effluents radioactifs.

Pour tenir compte de la sommation des probabilités d'accidents d'origines différentes aux conséquences analogues, la RFS I-2.a fixe, pour chaque famille de sources d'agressions considérée, un ordre de grandeur limite de la probabilité d'occurrence de l'événement de 10^{-7} / année.réacteur.

L'objectif de sûreté des études du 4^{ème} RP 900 est de réévaluer cette probabilité avec des données actualisées concernant l'accidentologie et les données propres à l'environnement de chaque site. Pour chaque site, une approche probabiliste des risques dus au trafic aérien est établie à partir des données spécifiques au site considéré et des surfaces des cibles.

Pour cela, les données suivantes sont mises à jour :

- les valeurs de paramètres d'accidentologie,
- les données propres à l'environnement de chaque site : localisation des aéroports/aérodromes, données de trafic aérien,
- les valeurs de surfaces virtuelles (surfaces des structures exposées au risque de chute d'aéronefs).

Les paramètres d'accidentologie, dont la validité est indépendante du site, ont été réactualisés à partir des dernières données disponibles.

Les surfaces virtuelles dépendent des cibles de sûreté à considérer vis-à-vis de l'agression « chute d'avion », qui correspondent à l'ensemble des structures et équipements nécessaires aux trois fonctions définies selon la RFS I-2.a. La liste des cibles de sûreté ainsi que les surfaces virtuelles associées ont été mises à jour dans le cadre du 4^{ème} RP 900 pour prendre en compte les suites d'instruction du 3^{ème} RP 1300.

Les résultats de l'étude montrent que la probabilité de dégagement inacceptable de substances radioactives à la limite du CNPE de CPO Bugey dû au trafic aérien est :

- inférieure à 10^{-6} / année.réacteur pour chacune des 3 fonctions,
- au plus de l'ordre de 10^{-7} / année.réacteur pour chacune des 3 fonctions et par famille d'aviation (aviation générale, aviation commerciale et aviation militaire).

Ces résultats liés au CNPE du Bugey sont compatibles avec les valeurs repères définies dans la RFS I-2.a.

Les évolutions des exigences relatives à la démarche générale agression (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 2 – § 2.2.1) sont sans impact sur ce thème :

- aucun équipement actif n'est nécessaire pour garantir la maîtrise du risque aérien,
- aucune action opérateur n'est nécessaire pour garantir la maîtrise du risque aérien.

Concernant la démonstration de l'élimination pratique du risque de fusion des assemblages de combustible en piscine combustible vis-à-vis du risque de chute d'aéronefs de l'aviation générale et sans écarter ces situations sur la seule base d'une considération probabiliste, EDF a étudié les conséquences d'une telle chute sur le bâtiment combustible, en vérifiant la capacité à maintenir un niveau d'eau suffisant dans la piscine, ainsi que le refroidissement des assemblages. Les conclusions de cette étude sont satisfaisantes.

❖ Conclusion

Les études réalisées dans le cadre du 4^{ème} RP 900 visent à démontrer l'acceptabilité du risque lié au trafic aérien, en prenant en compte les données d'accidentologie les plus récentes.

L'évaluation des risques générés par le trafic aérien menée dans le cadre du 4^{ème} RP 900 pour le CNPE du Bugey permet de justifier de l'adéquation des dispositions de protection actuelles pour vérifier le respect des exigences de la RFS I-2.a.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Il n'y a pas de modification concernant ce thème sur la tranche 3 du CNPE du Bugey.

2.2.1.17 Etudes complémentaires

Partie générique Palier

➤ Conséquences radiologiques liées aux agressions

❖ Contexte et objet des études

L'évaluation des conséquences radiologiques des agressions constitue un élément à part entière de la démonstration de sûreté : elle permet de rendre compte de l'aptitude de l'installation à remplir sa fonction de confinement des substances radioactives.

Cette démarche a pour objectif de vérifier l'acceptabilité des conséquences radiologiques des agressions d'origine interne ou externe en complément de l'étude de l'agression elle-même et de l'étude des conséquences radiologiques des accidents de dimensionnement retenus dans la démonstration de sûreté.

Elle consiste à identifier, parmi les scénarios d'agression interne ou externe pouvant induire des conséquences radiologiques, des scénarios d'agression enveloppes puis à vérifier l'acceptabilité de leurs conséquences radiologiques vis-à-vis des limites de dose associées aux conditions de fonctionnement de dimensionnement correspondant à des fréquences d'occurrence équivalentes.

❖ Synthèse des études

La méthodologie mise en œuvre pour le 3^{ème} RP 1300 est reconduite pour le 4^{ème} RP 900. Les principales étapes de la méthodologie sont rappelées dans les paragraphes suivants.

Identification des scénarios enveloppes :

Les règles et hypothèses d'étude applicables à l'identification des scénarios de mobilisation des termes sources sont les règles d'étude des agressions telles que définies dans les référentiels agressions.

Compte tenu du nombre important de situations susceptibles de faire l'objet d'une vérification (configurations de tranche, états initiaux, types d'agressions, localisation...), et afin de réaliser une vérification satisfaisante, la méthode privilégie une démonstration basée sur un nombre limité de scénarios retenus pour leur caractère enveloppe.

Ces scénarios peuvent être directement issus des études d'agressions, ou être choisis comme des scénarios de « *découplage* » afin d'en simplifier l'analyse (scénarios découplés des études de l'agression d'une part, ainsi que des situations thermohydrauliques et des séquences fonctionnelles en résultant d'autre part).

La méthode de vérification permet d'exclure les agressions pour lesquelles il n'existe pas de risque de conséquences radiologiques du fait des dispositions prises au dimensionnement des bâtiments et/ou des systèmes (y compris sur critère probabiliste par application des Règles Fondamentales de Sûreté).

Evaluation des conséquences radiologiques des scénarios :

La méthode de vérification des conséquences radiologiques des scénarios enveloppes s'appuie sur les principes suivants :

- la méthode privilégie les argumentaires qualitatifs, ou les calculs préexistants, elle a recours à des calculs dédiés uniquement si cela s'avère nécessaire ;
- les calculs dédiés peuvent être envisagés sur la base d'hypothèses réalistes tout en étant raisonnablement conservatives et cohérentes avec les règles d'analyse des agressions.

Appréciation de la probabilité d'occurrence des scénarios :

L'appréciation de la fréquence d'occurrence des scénarios enveloppes peut s'appuyer sur des approches qualitatives ou quantitatives. Lorsqu'une évaluation de la fréquence d'occurrence n'est pas possible, compte tenu de l'état des connaissances disponibles, EDF privilégie l'encadrement de cette fréquence d'occurrence, et choisit de comparer, de manière pénalisante, les résultats des scénarios enveloppes avec les limites de doses associées à la catégorie correspondant à la fréquence la plus élevée de l'encadrement.

Quand un scénario enveloppe présente des conséquences radiologiques suffisamment faibles, la détermination de sa fréquence d'occurrence n'a plus d'enjeu. En pratique, EDF a défini un niveau de dose en deçà duquel la fréquence d'occurrence des scénarios d'agression n'est pas étudiée. Ce niveau de dose a été défini à la valeur de découplage de 0,5 mSv, correspondant à la moitié de la valeur limite annuelle de dose efficace pour l'exposition de la population à des rayonnements ionisants (article R1333-11 du code de la santé publique).

Comparaison des conséquences radiologiques aux limites :

Lorsque la probabilité du scénario a été encadrée, la comparaison des conséquences radiologiques est effectuée, de manière enveloppe, avec les limites de doses associées à la catégorie correspondant à la borne haute de l'encadrement (correspondant aux limites les plus pénalisantes en terme de doses).

Les scénarios enveloppes retenus sont les scénarios associés aux agressions suivantes :

- Les projectiles générés par le grand vent ;
- Le séisme ;
- Les défaillances de tuyauteries et l'inondation interne ;
- L'incendie.

Un scénario enveloppe pour l'agression Explosion Interne est également défini au titre de la robustesse.

Les agressions suivantes sont dédouanées par l'application des Règles Fondamentales de Sûreté dédiées :

- Risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication – explosions externes au site ;
- Risques liés à la chute d'avion et au missile turbine.

Par application des Règles Fondamentales de Sûreté, il est vérifié pour ces agressions que la probabilité de

dégagement inacceptable de substances radioactives à la limite du site est inférieure à 10^{-6} / année.réacteur.

Certaines agressions, pouvant conduire à des scénarios de mobilisation de terme source de très faible niveau d'activité, ou couverts, pour ce qui est des rejets, par d'autres scénarios, n'ont pas fait l'objet d'une évaluation des conséquences radiologiques dédiée.

Enfin, certaines agressions ne peuvent pas générer de scénarios conduisant à des conséquences radiologiques.

Les résultats de ces études ont permis de démontrer l'acceptabilité des conséquences radiologiques de l'ensemble des scénarios retenus pour leur caractère enveloppe, excepté pour le séisme et les projectiles générés par le grand vent. L'évaluation des conséquences radiologiques de ces deux scénarios montre que les doses évaluées sont supérieures à 0,5 mSv mais inférieures aux limites de doses associées aux accidents de dimensionnement de 3^{ème} catégorie (accidents dont les fréquences sont équivalentes aux fréquences d'occurrence de ces 2 scénarios).

❖ Conclusion

La vérification de l'acceptabilité des conséquences radiologiques des agressions d'origine interne ou externe a été réalisée conformément à la méthodologie mise en œuvre pour le 3^{ème} RP 1300. Les conclusions des études permettent de démontrer l'acceptabilité des conséquences radiologiques des agressions au regard des objectifs visés pour le 4^{ème} RP 900.

➤ Accessibilité des locaux pour la réalisation des actions en situation d'agression

L'analyse d'accessibilité consiste à s'assurer que les agressions ne génèrent pas d'évolution d'ambiance susceptible de compromettre la réalisation des actions en local nécessaires pour la gestion d'une situation d'agression. Les actions dont la réalisation est nécessaire à court terme sont analysées pour garantir le respect des objectifs de sûreté des scénarios d'agressions.

En situation d'agression, les conditions d'ambiance susceptibles d'évoluer de manière anormale sont de natures diverses et sont spécifiques à chacune des agressions considérées.

La démarche d'accessibilité des locaux en situations d'agressions consiste à retenir celles présentant un enjeu avéré à partir des critères suivants :

- nécessité de réalisation d'actions en local pour gérer l'agression en elle-même ou pour en gérer les conséquences fonctionnelles,
- et existence de conditions d'ambiance générées par l'agression et susceptibles de rendre inaccessibles les locaux où des actions sont nécessaires (la fumée et le feu pour l'agression incendie, ou le vent et les projectiles par exemple pour l'agression PGGV).

Les agressions ayant fait l'objet d'une vérification selon ces critères sont les suivantes :

- inondation interne et défaillances de tuyauteries,
- séisme,
- incendie,
- inondation externe,
- grand froid,
- canicule,
- PGGV.

Suite à l'ensemble des vérifications menées dans le cadre du 4^{ème} RP 900 sur le Palier CP0 Bugey, les ambiances générées dans les locaux où des actions seraient requises pour la gestion des situations d'agression ne remettent pas en cause la capacité des intervenants à réaliser les actions dans ces locaux pendant la durée nécessaire.

En complément, en application de la prescription [FOH-B] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, EDF a vérifié la capacité effective des agents de terrain à accéder aux locaux et à y réaliser les actions de conduite requises dans la démonstration de sûreté nucléaire en cas d'accident (par exemple, accessibilité des organes de contrôle et de commande, capacité de réalisation des actions en cas de port d'équipements de protection individuels, disponibilité de l'outillage, délai nécessaire aux accès) et a défini les modifications nécessaires à mettre en œuvre et le calendrier associé :

- modification d'exploitation pour permettre de manœuvrer les organes nécessaires pour l'action « lignage IS voie A en injection simultanée » depuis le bâtiment électrique (BL) en cas d'APRP 4 (MDTE + aggravant conduisant à la perte de l'ensemble de la voie A) (PNPE0442) ;
- mise à disposition de l'exploitant de la liste des locaux contenant des circuits en recirculation et/ou des traversées enceinte ;
- mise en application du guide pour la radioprotection en situation d'urgence radiologique.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification :

- PNPE0442 « Cellules d'autocontrôle pour manœuvrer les RCV-RIS depuis le BL (injection simultanée ISHP) », sera déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900.

La mise à disposition de l'exploitant de la liste des locaux contenant des circuits en recirculation et/ou des traversées enceinte et la mise en application du guide pour la radioprotection en situation d'urgence radiologique seront réalisées au plus tard lors de la phase « Compléments » des modifications du 4^{ème} RP 900.

2.2.2 Viser un Risque de Fusion du Cœur incluant les agressions de quelques 10⁻⁵ / année.réacteur

Partie générique Palier

En cohérence avec l'article 3.3 de l'arrêté du 7 février 2012 modifié, les Etudes Probabiliste de Sûreté (EPS) de niveaux 1 et 2 sont utilisées par EDF au fil des réexamens, en complément des analyses déterministes, pour évaluer le risque de fusion du cœur et le risque de rejets radioactifs afin d'apprécier le niveau de sûreté des installations. Après les événements internes, le périmètre couvert par les EPS s'étend progressivement au domaine des agressions internes et externes.

Une analyse de type « *screening* » de l'ensemble des agressions a été réalisée sur le Palier CP0 Bugey afin de déterminer sur la base de critères explicites, les sites et les agressions pour lesquels une analyse probabiliste pourrait être appropriée. Cette analyse de sélection des agressions externes candidates à une évaluation probabiliste des risques radiologiques est réalisée suivant une méthodologie conforme à l'état de l'art international. Cette méthodologie identifie une cinquantaine de phénomènes plausibles devant être évalués pour chacun des sites du Parc en exploitation et explicite différents critères qualitatifs et quantitatifs permettant de sélectionner les agressions pour lesquelles une analyse probabiliste pourrait être nécessaire.

Ainsi, parmi les agressions retenues à l'issue de cette analyse de type « *screening* », la pertinence et la priorisation des analyses probabilistes sont appréciées en se basant notamment sur les éléments suivants :

- l'état des connaissances concernant la caractérisation (intensité, durée, fréquence...) des phénomènes externes considérés,
- l'état des connaissances concernant la caractérisation des conséquences sur l'installation,
- les enjeux associés aux agressions en fonction de leurs fréquences et de leurs conséquences potentielles,
- les modifications d'installation et de conduite prévues à échéance du 4^{ème} RP 900, en particulier les modifications Post-Fukushima.

Les agressions retenues à l'issue de l'analyse de screening, mais pour lesquelles le développement d'analyses probabilistes dans le cadre du 4^{ème} RP 900 n'est pas considéré pertinent, font en outre l'objet d'un argumentaire s'assurant que le niveau de risque induit est acceptable au regard de la conception de la centrale.

Pour le Palier CP0 Bugey, les conclusions de l'analyse de screening sont les suivantes :

- Les agressions inondation externe et séisme sont éligibles à une analyse probabiliste.
- Les études existantes de la démonstration de sûreté concernant la chute d'avion et l'onde de pression aérienne constituent des analyses probabilistes de référence (application des RFS).
- Concernant le risque de chute de météorites et le risque de tsunami induit, le développement d'une analyse probabiliste n'est pas jugé pertinent, au regard du risque résiduel.
- Concernant l'effacement d'ouvrage sismo-induit, une approche simplifiée et conservative via l'EPS Séisme a été développée.
- Concernant les Grands Chauds, le développement d'une analyse probabiliste en plus de l'approche déterministe n'a pas été retenu pour le 4^{ème} RP 900 compte tenu des marges de conception, du caractère prédictible de l'agression et de sa cinétique suffisamment lente permettant la mise en place de moyens de résilience complémentaires.
- Concernant les vents extrêmes et la tornade, le développement d'une analyse probabiliste n'est pas retenu, compte tenu de la protection vis-à-vis des Projectiles Générés par Grands Vents (PGGV), et de la mise en œuvre des protections contre la tornade Noyau Dur, protégeant l'installation contre des niveaux d'agressions hautement improbables (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7).

Enfin, EDF a réalisé dans le cadre du 4^{ème} RP 900 une analyse probabiliste du risque associé à l'inondation induite par la rupture d'une tuyauterie du circuit d'eau de circulation CRF en salle des machines.

L'objectif de l'approche probabiliste est de vérifier la robustesse de l'installation vis-à-vis des agressions considérées en évaluant la probabilité des risques associés. Cette démarche permet d'identifier des enseignements complémentaires à ceux issus de l'approche déterministe.

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, EDF a réalisé les études probabilistes suivantes (cf. les paragraphes ci-après) :

- EPS Incendie,
- EPS Explosion interne,
- EPS Inondation interne,
- EPS Inondation externe,
- EPS Séisme.

Nota : ce paragraphe traite uniquement les EPS agressions de Niveau 1 liées au risque de fusion du cœur. Les EPS agressions de Niveau 2 sont présentées à la Section 4 – Accidents avec fusion du cœur. Les EPS liées à l'étude du découvrément des assemblages de combustible en piscine combustible sont présentées à la Section 3 – Piscine Combustible.

2.2.2.1 EPS Incendie

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, EDF réalise des EPS incendie de Niveau 1 pour évaluer les risques de fusion de cœur suite à un incendie.

❖ Méthodologie

La méthodologie retenue pour l'EPS incendie du Palier CP0 Bugey s'inspire des pratiques et état de l'art international de référence (NUREG CR-6850) et se décline en plusieurs phases successives permettant de cibler les analyses détaillées sur les volumes de feu les plus sensibles. Elle est cohérente avec celle retenue et appliquée pour le 3^{ème} RP 1300.

➤ Compartimentage et domaine de couverture (Phase 0)

La tranche 3 est retenue comme la tranche de référence représentative du Palier CP0 Bugey pour l'étude EPS incendie CP0 Bugey.

L'EPS incendie CP0 Bugey permet :

- d'évaluer le Risque de Fusion de Cœur (RFC) suite à un incendie (sur la base d'un modèle dit, « *modèle BR* ») pour les états du réacteur en puissance ou en état d'arrêt (EPS de Niveau 1),
- d'évaluer le risque de découvrément du combustible entreposé dans la piscine de désactivation (sur la base d'un modèle dit « *modèle BK* ») pour les états du réacteur en puissance ou en état d'arrêt (EPS de Niveau 1) en cas d'incendie dans le bâtiment combustible (BK). Les résultats de cette EPS sont présentés à la Section 3,
- d'évaluer le risque de rejets à l'atmosphère en cas d'entrée en Accident avec fusion du cœur suite à un incendie (EPS de Niveau 2). Les résultats de cette EPS sont présentés à la Section 4 – Accidents avec fusion du cœur.

Le périmètre de l'étude couvre l'îlot nucléaire et l'îlot conventionnel de la tranche 3 du Bugey.

➤ Sélection qualitative des volumes de feu (Phase 1)

L'impact fonctionnel d'un scénario d'incendie sur la tranche étudiée est déterminé en identifiant les initiateurs potentiellement induits ainsi que les matériels rendus indisponibles par l'agression.

La première phase consiste en la réalisation d'une analyse fonctionnelle de tous les matériels et de leurs fonctions support (électrique, air...) auxquels la perte par incendie peut mener (ou contribuer à mener), soit à un Événement Initiateur, soit à la défaillance d'une mission de mitigation du modèle EPS Evénements Internes de Niveau 1. A l'issue de cette phase, seuls les volumes de feu dans lesquels l'occurrence d'un incendie est susceptible d'engendrer un transitoire accidentel sont retenus pour la suite de l'étude.

➤ **Sélection quantitative des volumes de feu (Phase 2)**

L'objectif de la deuxième phase est de réaliser une première estimation du risque de fusion du cœur et d'identifier les volumes de feu prépondérants et nécessitant une analyse approfondie.

Pour cela, une quantification enveloppe du risque de fusion du cœur induit par un incendie est réalisée pour chacun des volumes de feu issus de la phase 1. Il est supposé, à ce stade et de manière conservative, que quel que soit le départ de feu initié dans un volume de feu, tous les équipements qui y sont situés sont systématiquement perdus du fait de l'incendie.

La fréquence de départ de feu du volume de feu est calculée à partir de la somme des fréquences de départ de feu unitaires de tous les matériels « *source de départ de feu* » présents dans le volume de feu.

A l'issue de cette phase, chaque scénario d'incendie engendrant un initiateur est modélisé de manière conservative et les transitoires associés sont évalués afin d'estimer le risque de fusion du cœur à la suite d'un incendie. A l'issue de cette quantification conservative, ne sont retenus, pour une quantification plus réaliste des scénarios incendie, que les Volumes de Feu présentant un risque prépondérant.

➤ **Analyse détaillée des scénarios d'incendie (Phase 3)**

L'objectif de cette phase est d'affiner la quantification du risque de fusion du cœur induit par un incendie pour les volumes de feu retenus comme prépondérants lors de la phase 2, en caractérisant la nature des sources de départ de feu, la propagation physique de l'incendie, ainsi que les dispositifs de détection et d'extinction (automatiques et manuels) d'un incendie.

Sur la base d'études physiques de propagation d'incendie, une évaluation réaliste du scénario d'incendie est menée afin d'évaluer, pour chaque source de départ de feu (d'origine matérielle et humaine), le délai de défaillance de chaque cible pouvant être atteinte.

A l'issue de cette phase, chaque scénario d'incendie impliquant un volume de feu retenu lors de la phase 2 et engendrant un initiateur est modélisé de manière réaliste et les transitoires associés sont évalués afin d'estimer le risque de fusion du cœur à la suite d'un incendie. L'évaluation du risque induit par un incendie en Salle de Commande est également traitée à ce stade de l'étude.

L'analyse est complétée par des scénarios multi-volumes qui prennent en compte la probabilité de défaillance de la sectorisation (clapets et portes coupe-feu) entre deux volumes de feu adjacents du Bâtiment Electrique.

Le Risque de Fusion du Cœur (RFC) global associé à l'EPS incendie est alors la somme des RFC estimés des volumes de feu quantifiés en phase 3.

➤ **Etude de sensibilité et d'incertitude, synthèse des résultats (Phase 4)**

Cette ultime phase de l'EPS incendie consiste à :

- Identifier les incertitudes affectant les mesures de contributions au risque incendie;
- Évaluer et analyser l'impact de ces incertitudes sur les quantifications de contributions au risque.

- Enseignements des études

L'EPS Incendie met en évidence la contribution prépondérante du Bâtiment Electrique au risque de fusion du cœur à la suite d'un incendie, lorsque le réacteur est en puissance. En effet, dans certaines situations, un incendie dans le Bâtiment Electrique pourrait engendrer la perte de la voie électrique A et des alimentations électriques externes. Toutefois, la redondance des voies électriques et de leurs alimentations électriques internes (Diesel), la protection de portions de câbles (PNPE0258 et PNPE0277) ainsi que la mise en œuvre des dispositions Noyau Dur mises en place dans le cadre du 4^{ème} réexamen périodique du Palier permettent de réduire ce risque.

La famille de scénarios prépondérants mise en évidence par l'EPS incendie CP0 Bugey correspond à un départ de feu agressant le contrôle-commande des Soupapes de Décharge du Pressuriseur (SDP) générant une ouverture intempestive des tandems de soupapes SEBIM. Une modification matérielle déployée dans le cadre du 4^{ème} RP 900 permet de parer à ce risque d'ouverture intempestive des SDP suite à un incendie dans les états RRA non connecté (PNPE0216).

Par ailleurs, les volumes de feu sensibles du Bâtiment Electrique ont fait l'objet d'un courrier managérial à destination des directeurs des CNPE. Ce courrier demande d'apporter une attention particulière aux enjeux sûreté portés par ces locaux.

L'EPS incendie multivolume a mis en évidence l'importance de la sectorisation et de la détection incendie pour la gestion de l'incendie et la maîtrise de sa propagation.

Le risque de fusion du cœur estimé pour cette agression est de l'ordre de quelques 10^{-6} / année.réacteur.

- Réponse à la prescription [AGR-E-I]

EDF a exploité les enseignements de l'EPS incendie en application de la prescription [AGR-E-I] (partie relative au risque de fusion du cœur) émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900 et a déterminé la liste des locaux pour lesquels un incendie contribue significativement au risque de fusion du cœur.

2.2.2.2 EPS Explosion interne

EDF a réalisé une analyse probabiliste du risque Explosion Interne basée sur l'évaluation de la fréquence de formation d'une atmosphère explosive (ATEX) consécutivement à une fuite au niveau des singularités démontables présentes sur les circuits hydrogénés de l'installation. Cette analyse est complétée par une évaluation des conséquences de l'explosion sur l'installation.

- ❖ Méthodologie

La démarche mise en œuvre par EDF est innovante, compte tenu de l'absence d'analyse probabiliste d'Explosion Interne et de guide méthodologique détaillé à l'international.

L'analyse couvre l'ensemble des zones présentant un risque de formation d'atmosphère explosive suite à un dégagement d'hydrogène dont l'explosion peut avoir des conséquences sur la sûreté de l'installation.

Ces zones sont les suivantes :

- les locaux du BAN et BW abritant des circuits hydrogénés avec des singularités démontables (vannes, clapets, trous d'homme, instrumentation de mesure, etc.),
- les locaux abritant des procédés générateurs d'hydrogène (locaux batteries),
- la salle des machines.

La méthodologie développée permet d'évaluer en cohérence avec la chronologie de l'agression, la fréquence de formation d'une Atmosphère Explosive (ATEX) et sa probabilité d'ignition, puis d'en déduire grâce à l'analyse des conséquences sur l'installation le risque de fusion du cœur induit.

➤ **Evaluation de la fréquence de formation d'une atmosphère explosive (ATEX)**

Pour chaque local, l'évaluation de la fréquence de formation d'une ATEX repose sur l'identification des scénarios susceptibles de conduire à une concentration d'hydrogène supérieure à la Limite Inférieure d'Explosivité (prise égale à 4 % d'hydrogène) en considérant :

- les événements de type erreur humaine ou défaillance matérielle pouvant être à l'origine de la formation d'une ATEX,
- les moyens de mitigation prévus pour prévenir la formation de l'ATEX : ventilation, vannes d'isolement, clapets anti-retour, actions humaines.

➤ **Calcul de la probabilité d'ignition de cette ATEX**

Pour les situations où la durée de persistance de l'ATEX est limitée dans le temps, la probabilité d'ignition de l'ATEX est évaluée en valorisant des calculs de dispersion 3D du nuage d'hydrogène dans le local.

➤ **Analyse des conséquences de l'explosion sur les installations**

Cette étape s'appuie sur l'identification préalable des locaux potentiellement impactés par la surpression induite par l'explosion en faisant l'hypothèse simplifiée et très conservatrice que l'ensemble des matériels contenus dans ces locaux est perdu. Une analyse fonctionnelle permet ensuite de faire le lien entre les matériels supposés perdus et :

- les scénarios accidentels induits par ces pertes (appelés initiateurs induits),
- les systèmes de sauvegarde rendus indisponibles suite à l'explosion.

Enfin, les actions opérateurs post-accidentelles (actions en local par exemple) sont analysées et leur probabilité de défaillance est quantifiée de façon pénalisante au regard du contexte dégradé suite à l'explosion. Pour chaque local pouvant être le siège d'une ATEX, le risque de fusion du cœur conditionnel à l'explosion est alors déterminé en retenant, pour chaque état de la chaudière, le scénario induit par l'explosion menant à la fréquence de fusion du cœur la plus élevée.

➤ **Remontage global du Risque de Fusion du Cœur**

Le remontage global du risque pour l'ensemble des locaux de l'installation est évalué en faisant la somme de la contribution au risque de fusion du cœur de tous les scénarios retenus pour chaque local. Il permet d'évaluer le Risque Total de Fusion du cœur induit par l'agression Explosion Interne.

➤ **Approche proportionnée aux enjeux**

Conformément à la demande réglementaire (article 1.1 de l'arrêté du 7 février 2012 modifié) une approche proportionnée aux risques a été mise en œuvre. Par conséquent, la déclinaison complète ou partielle de cette démarche est adaptée suivant les cas. Ainsi, pour la salle des machines, la probabilité d'explosion est directement évaluée à partir du retour d'expérience. Pour les locaux avec batteries, aucune probabilité d'ignition de l'ATEX n'est valorisée : tout scénario d'ATEX est de manière conservatrice associé à une explosion de manière certaine.

❖ **Enseignements des études**

Les résultats obtenus montrent que le risque lié à l'Explosion Interne est maîtrisé, le risque de fusion du cœur est

de l'ordre de quelques 10^{-6} / année.réacteur.

A la lumière du risque porté par les locaux batteries situés dans le Bâtiment Electrique, la conduite accidentelle est modifiée à échéance de la phase B afin d'éviter l'accumulation d'hydrogène dans les locaux batteries.

2.2.2.3 EPS Inondation interne

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, EDF a réalisé une EPS Inondation Interne de niveau 1 en adéquation avec les pratiques internationales.

❖ Méthodologie

La démarche adoptée pour l'EPS Inondation Interne pour le Palier CP0 Bugey est fondée sur les préconisations du guide EPRI 1019194 « *Guidelines for Performance of Internal Flooding Probabilistic Risk Assessment* » de décembre 2009. Cette méthodologie est cohérente avec la pratique internationale. Elle se décline en deux phases :

➤ Evaluation Qualitative (Phase 1)

Dans un premier temps, la tranche 3 du site de Bugey est sélectionnée comme tranche de référence représentative du Palier CP0 Bugey pour l'étude d'inondation interne. Des Zones d'Inondation Interne (ZII) sont définies en fonction des interfaces présentes entre les locaux. Chaque Zone d'Inondation Interne est séparée de ses voisines par des barrières physiques limitant la propagation de l'eau. Au sein de ces zones sont recensées les différentes sources potentielles d'inondation, les matériels cibles, ainsi que les différents moyens de propagation de l'inondation hors de cette zone. Une inspection détaillée sur site est également réalisée pour compléter les informations précédemment collectées.

A l'issue de cette phase, une sélection qualitative des zones et des sources d'inondation interne est finalement réalisée, afin d'exclure du périmètre de l'étude les sources n'ayant aucun impact sur la sûreté de la tranche.

➤ Evaluation Quantitative (Phase 2)

Lors de cette phase, les scénarios d'inondation interne sont caractérisés en fonction de la zone agresseur, de la source et du débit d'inondation.

L'impact fonctionnel d'un scénario d'inondation sur la tranche étudiée est déterminé en identifiant les initiateurs potentiellement induits ainsi que les matériels rendus indisponibles par l'agression. Pour cela, des calculs de bilan massique entre le débit entrant dans une zone et les débits d'évacuation vers les autres zones permettent d'établir la hauteur d'eau atteinte par l'inondation et donc les matériels impactés.

Les fréquences d'inondation sont ensuite calculées pour chaque scénario précédemment caractérisé en considérant, d'une part, l'occurrence de brèches et, d'autre part, les erreurs humaines pré-accidentelles (maintenance, erreurs de lignage) comme causes potentielles d'inondation interne.

La pénalisation de la conduite post-accidentelle est également prise en compte lorsque nécessaire. De plus, des actions humaines d'isolement de l'inondation peuvent être valorisées au cas par cas, lorsque cela est pertinent.

A l'issue de cette phase, chaque scénario d'inondation interne engendrant un initiateur est modélisé et les transitoires associés sont évalués afin d'estimer le risque de fusion du cœur à la suite d'une inondation interne.

❖ Enseignements des études

L'EPS Inondation Interne met en évidence la contribution prépondérante du Bâtiment Electrique au risque de fusion du cœur à la suite d'une inondation interne, lorsque le réacteur est en puissance. En effet, dans certaines situations, une inondation dans le Bâtiment Electrique pourrait engendrer une perte de l'alimentation en eau des générateurs

de vapeur. La mise en place d'une conduite en gavé-ouvert permet toutefois de réduire ce risque. Une inondation dans le Bâtiment Electrique pourrait aussi engendrer la perte de la voie A électrique et des alimentations électriques externes. La redondance des voies électriques et de leurs alimentations électriques internes (Diesel) ainsi que la mise en œuvre des dispositions « Noyau Dur » mises en place dans le cadre du 4^{ème} réexamen de sûreté du palier 900 MWe permettent de réduire significativement ce risque.

En outre, les enseignements des EPS inondation interne du Palier CP0 Bugey ont mené à la mise en place de la modification « Protection inondation interne – création de siphons de sol dans le local LHA » (PNPE0163) sur les tranches 3 et 5 du Palier CP0 Bugey. Cette modification vise à prévenir toute inondation issue d'une brèche sur le circuit incendie JPL dans le local du tableau LHA, au plancher 4 du Bâtiment Electrique.

La mise en œuvre de cette modification, ainsi que le déploiement des dispositions Noyau Dur dans le cadre du 4^{ème} RP 900, permettent de réduire significativement le risque de fusion du cœur, qui est alors de l'ordre de 10^{-6} / année.réacteur.

2.2.2.4 EPS Inondation externe

L'EPS inondation externe est développée et appliquée pour la première fois sur le parc en exploitation en 4^{ème} RP 900, et constitue donc une innovation technique dans le domaine des EPS sur le parc français.

❖ Méthodologie

L'EPS inondation externe du Palier CP0 Bugey est réalisée pour chacune des tranches sensibles à l'agression sauf à justifier du caractère représentatif de certaines tranches, pour tous les bâtiments et tous les états de fonctionnement, combustible en cuve. La démarche générale d'analyse envisagée pour l'étude de la crue fluviale comporte 3 étapes :

- Etape 1 « *caractérisation de l'aléa* » - Les échantillons de mesure de débit pour chaque CNPE sont disponibles sur une durée de l'ordre de 100 ans. La représentativité des extrapolations statistiques à partir de ces jeux de données jusqu'à des valeurs de crue millénaire est utilisée en considérant un intervalle de confiance à 70 % pour prendre en compte les incertitudes. Au-delà de ces niveaux de retour, les incertitudes sont trop importantes pour s'assurer de la pertinence des débits extrapolés et donc pour construire un spectre continu d'aléa. C'est pourquoi cette analyse probabiliste vise à fixer les ordres de grandeur du risque associé à la crue, en définissant l'aléa à l'aide des fréquences conventionnellement associées aux niveaux de crue retenus pour le dimensionnement des protections du site.
- Etape 2 « *modélisation des séquences* » - Pour chacun des scénarios d'inondation identifiés, les pertes d'équipements sont analysées afin d'identifier les initiateurs du modèle événements internes susceptibles d'être générés par l'arrivée d'eau ainsi que les pertes potentielles des parades nécessaires pour maîtriser les conséquences de ces initiateurs. Les actions humaines de prévention (mise en œuvre des dispositions de protections prévues au titre des Règles Particulières de Conduite) sont prises en compte et la fiabilité humaine est quantifiée avec un facteur de réussite de l'ordre de 1, au regard de la prédictibilité de l'événement. Enfin, les actions opérateurs post-accidentelles (actions en local par exemple) sont également analysées et la probabilité de défaillance est quantifiée au regard des niveaux d'eau sur le site et des conséquences matérielles *in situ*.
- Etape 3 « *quantification du risque* » - L'ordre de grandeur du risque de fusion du cœur est ensuite quantifié.

❖ Enseignements des études

Une analyse probabiliste Crue Fluviale a été menée sur Bugey. Le risque calculé de fusion du cœur suite à une crue fluviale sur une tranche représentative de Bugey s'élève à $1,1.10^{-5}$ / année.réacteur. Concernant les scénarios identifiés à partir des niveaux de crue retenus pour le dimensionnement des protections du site, l'analyse conclut que la grande majorité du risque calculé est portée par le scénario de dépassement du niveau de crue Post-

Fukushima conventionnellement fixé à 10^{-5} / année réacteur.

L'intégration des dispositions Post-Fukushima (Protections Rapprochées Hautes et dispositions Noyau Dur) dans le cadre du 4^{ème} RP 900 permet de rendre très peu probables les scénarios de fusion du cœur pour des niveaux inférieurs au niveau Post-Fukushima, du fait de la protection du Noyau Dur pour assurer les fonctions de sûreté de la tranche jusqu'à ces niveaux. Le poids résiduel des scénarios de bypasses des protections met également en évidence l'efficacité des phases de pré-alerte et des Règles Particulières de Conduite inondation externe.

Une analyse probabiliste du risque associé à l'inondation induite par la rupture d'une tuyauterie du circuit d'eau de circulation CRF en salle des machines ou en plateforme a par ailleurs été réalisée pour le site du Bugey. Le risque de propagation d'une inondation externe vers les bâtiments contenant des équipements nécessaires à l'atteinte et au maintien de l'état sûr des tranches est résiduel, mettant en évidence l'efficacité des dispositions mises en place.

2.2.2.5 EPS Séisme

Dans le cadre de la poursuite du fonctionnement après 40 ans, EDF s'est engagée à compléter l'approche « historique » de la démonstration de sûreté vis-à-vis du séisme par une analyse de robustesse en considérant notamment des niveaux de séisme allant significativement au-delà du niveau de dimensionnement. Cette évaluation complémentaire de robustesse au séisme est établie au moyen d'Etudes Probabilistes de Sûreté (EPS) au séisme.

❖ Méthodologie

La démarche adoptée pour l'EPS Séisme du Bugey s'appuie sur la pratique internationale dont les principales étapes sont :

- a) L'étude d'aléa sismique : il s'agit, pour le site considéré, de déterminer les fréquences d'occurrence d'événements sismiques en fonction d'un paramètre représentatif de leur intensité (typiquement, en fonction de l'accélération maximale au sol appelée PGA) ;
- b) L'analyse système et l'analyse fonctionnelle : il s'agit d'identifier et de modéliser les défaillances, susceptibles d'initier une séquence accidentelle suite à un séisme, et les Structures, Systèmes et Composants (SSC) participant à la mitigation de ces séquences. Cette analyse se traduit par :
 - l'établissement de la Seismic Equipment List (SEL), liste des SSC qui contribuent de façon non négligeable au risque,
 - une phase de sélection des initiateurs,
 - une phase d'analyse fonctionnelle des séquences accidentelles, conduisant au développement du modèle EPS Séisme.

- c) L'établissement des courbes de fragilités des items de la SEL : il s'agit d'établir, pour chaque SSC présent dans la SEL, la courbe de fragilité qui fournit la probabilité conditionnelle de sa défaillance en fonction du niveau sismique au sol. Les courbes de fragilité sismique sont évaluées selon la pratique internationale. Cette étape s'appuie notamment sur une inspection sismique des items de la SEL et une évaluation probabiliste du chargement sismique appliqué aux SSC ;
- d) La quantification du risque : il s'agit de combiner les résultats de l'étude d'aléa sismique, de l'analyse système et de l'analyse fonctionnelle, ainsi que des courbes de fragilités pour estimer les fréquences de fusion du cœur, de découlement du combustible en piscine combustible et de rejets induits par un séisme.

❖ Enseignements des études

L'EPS Séisme Chaudière Niveau 1 du Bugey a permis d'établir les enseignements suivants :

- La fréquence moyenne estimée de fusion du cœur suite à un séisme sur une tranche représentative du Bugey est de l'ordre de quelques 10^{-6} / année.réacteur. Les dispositions Noyau Dur permettent de diminuer de plus de 50 % le risque de fusion du cœur pour des niveaux sismiques allant jusqu'au SMS (période de retour supérieure à 20000 ans). Le risque porté par les niveaux d'accéléérations sismiques égaux ou inférieurs au SND représente alors moins de 14 % du risque global.
- Les séismes très largement au-delà du SND (d'une période de retour de plusieurs centaines de milliers d'années) ont un poids prépondérant dans le risque calculé. Les méthodologies visant à assurer une estimation enveloppe de la probabilité d'occurrence de ces séismes, le poids de ces séismes est représentatif de la limite des méthodologies mises en œuvre pour évaluer la probabilité de ces phénomènes dans des pays peu sismiques comme la France et non du risque associé à ces séismes.
- La défaillance des bâches à fuel étant un contributeur principal du risque, elles sont renforcées au séisme sur le site du Bugey (PNPE0238).

L'EPS Séisme Bugey a fait l'objet d'une revue indépendante par un collège d'experts internationaux (Peer Review). Cette revue a conclu à la conformité de l'étude à la pratique internationale actuelle et selon les normes de références.

2.2.2.6 Remontage global EPS

Dans le cadre du quatrième réexamen périodique du Palier 900 MWe, EDF s'est fixée comme objectif de faire tendre le risque de fusion du cœur toutes causes confondues, c'est-à-dire en incluant l'ensemble des initiateurs (initiateurs internes chaudière, initiateurs engendrés par des agressions internes comme externes), vers l'objectif des réacteurs nucléaires de troisième génération. A ce titre, EDF s'est fixée de viser un risque de fusion du cœur toutes causes confondues de quelques 10^{-5} / année.réacteur.

Les modifications engagées lors de ce réexamen et la mise en place d'un Noyau Dur pour prévenir et maîtriser des situations « *Noyau Dur* », telles que prescrites dans les décisions ASN émises en 2014 suite à l'accident de Fukushima, permettent de répondre à cet objectif.

Les évaluations probabilistes réalisées permettent par ailleurs de valider la pertinence des modifications proposées dans le cadre du réexamen périodique (ex : fiabilisation des soupapes du pressuriseur, PNPE0216) et d'optimiser leur impact dans certains cas (conduite H3, fiabilisation des ventilations).

Au terme de ce travail, les évaluations probabilistes réalisées pour le Palier CP0 Bugey aboutissent à une estimation du risque de fusion du cœur à l'issue du quatrième réexamen périodique de l'ordre de quelques 10^{-5} / année.réacteur. Les contributeurs principaux à ce remontage sont les incendies survenant dans le Bâtiment Electrique.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La réalisation de la modification PNPE0163 « Protection inondation interne – création de siphons de sol dans le local LHA » est nécessaire sur les tranches impaires du site (installation non symétrique sur les paires de tranches). Elle est donc requise en tranche 3.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPE0238 « Augmentation de la tenue au séisme des bâches à fioul pour les séismes supérieurs au SMS par ajout de butées longitudinales »,
- PNPE0163 « Protection inondation interne - création de siphons de sol dans le local LHA »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. Les impacts documentaires de ces modifications ont été pris en compte.

La modification PNPE0216 « Modification sur la chaîne de commande des soupapes SEBIM pour éviter tout risque d'ouverture intempestive en cas d'incendie dans les locaux électriques » est en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900. Les impacts documentaires de cette modification seront également pris en compte.

La modification PNPE0277 « EPS incendie : protection de câbles électriques » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche 3 du CNPE du Bugey prévue de la manière suivante :

- Tome A « Protection des câbles alimentant le coffret LLS200 AR » en phase B,
- Tome B « Protection des câbles de commande du basculement TS/TA » en phase « Compléments ».

La modification PNPE0258 « Mise en place du dispositif ASG-ND et ligne fixe de réalimentation de la piscine BK par SEG » sera déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900.

2.3 CONCLUSION

La réponse aux objectifs relatifs aux agressions repose sur deux volets complémentaires, le volet déterministe et le volet probabiliste.

Les études déterministes permettent de réévaluer les exigences de dimensionnement des installations pour tenir compte notamment de l'état de l'installation, du REX d'exploitation, de l'évolution des connaissances dont celles sur le changement climatique et ses effets et des règles applicables aux installations similaires. EDF a également pris en compte les niveaux de référence WENRA (aggravant, délai opérateur) et a mis en place une veille climatique.

Cette approche a permis de définir les éventuelles dispositions pour se protéger contre les agressions consistant à minimiser les risques de mode commun sur les systèmes nécessaires au retour et au maintien à l'état sûr et à assurer l'acceptabilité des conséquences radiologiques de ces agressions.

EDF répond ainsi à l'occasion du 4^{ème} RP 900 aux exigences de sûreté pour les études des agressions au niveau des standards européens les plus avancés pour les réacteurs existants.

Les études probabilistes de sûreté, incluant les agressions, ont permis de vérifier la robustesse des installations en estimant un risque de fusion du cœur de l'ordre de quelques 10^{-5} / année.réacteur.

Des études complémentaires ont été et seront encore réalisées en réponse aux prescriptions émises par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900.

SECTION 3 : PISCINE COMBUSTIBLE

3.	PISCINE COMBUSTIBLE	179
3.1	OBJECTIF	180
3.2	REPONSE A L'OBJECTIF.....	180
3.3	CONCLUSION	190

3. PISCINE COMBUSTIBLE

Le thème « *sûreté de l'entreposage des assemblages de combustible en piscine du bâtiment combustible (piscine combustible)* » du 4^{ème} RP 900 porte sur le risque de découverture des assemblages en piscine combustible pour les situations de perte de refroidissement ou de perte d'inventaire en eau par vidange accidentelle.

L'amélioration de la sûreté de l'entreposage en piscine combustible a fait l'objet de plusieurs Groupes Permanents (notamment les Groupes Permanents Réacteur de novembre 2002 et avril 2005), qui ont donné lieu à l'examen de ce thème sur les Paliers 900 MWe et 1300 MWe à l'occasion des 3^{ème} RP, et sur le Palier N4 à l'occasion du 1^{er} RP.

Plusieurs modifications issues de l'examen de ce thème sont déjà intégrées sur les tranches du Palier CP0 Bugey :

- arrêt automatique des pompes PTR et isolement automatique de la ligne d'aspiration PTR sur atteinte du niveau très bas en piscine combustible (PNXX0752 et PNPP0402),
- création d'une mesure analogique du niveau d'eau de la piscine combustible (PNXX0752),
- motorisation de la vanne du tube de transfert (PNPP0403),
- mise en place d'un second joint statique sur les batardeaux de la piscine du bâtiment réacteur (PNPP0401),
- ajout d'une nouvelle chaîne de mesure de pression des accumulateurs RIS (PNPP0474),
- redimensionnement du casse-siphon de la ligne de refoulement PTR pour interrompre une vidange par siphonage initiée par une rupture guillotine de cette ligne (PNPP0289).

Par ailleurs, faisant suite à l'accident de Fukushima, des moyens matériels et organisationnels complémentaires mis en œuvre dans le cadre du programme Post-Fukushima d'EDF (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7) permettent de renforcer la prévention du découverture des assemblages de combustible. Les principales modifications sont les suivantes :

- installation d'un Diesel d'Ultime Secours (DUS) (PNPP0666) permettant de réalimenter les mesures de niveau Tout Ou Rien (TOR) de la piscine combustible,
- mise en place d'un appoint permettant de réalimenter en eau la piscine combustible par la Source d'eau de l'appoint Noyau Dur (PNPP0714 et PNPE0258),
- renforcement des chaînes des mesures de niveau Tout ou Rien (TOR) de la piscine combustible (PNPP0679 et PNPP0907) ajout d'une chaîne de mesure de niveau analogique de la piscine combustible (PNPP0824) et de mesures de niveau Tout ou Rien de la piscine du bâtiment réacteur (PNPE0128),
- mise en place d'un automatisme de fermeture des vannes situées sur les lignes de filtration de la piscine du bâtiment réacteur sur atteinte d'un niveau bas en piscine du bâtiment réacteur (PNPP0780),
- mise en place de commandes de secours permettant la mise en position sûre des Assemblages de Combustible En cours de Manutention (ACEM) en situation de perte totale des alimentations électriques (PNPP0549),
- mise en place d'un dispositif permettant d'amortir la chute d'un emballage de combustible usé (PNPP0877).

3.1 OBJECTIF

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, EDF s'est fixée comme objectif de sûreté de rendre extrêmement improbable le découvrément des assemblages de combustible lors de vidanges accidentelles et de perte de refroidissement.

3.2 REPONSE A L'OBJECTIF

Partie générique Palier

❖ Initiateurs intrinsèques à la piscine combustible

Les études relatives à la sûreté de l'entreposage en piscine combustible ont été introduites postérieurement à la conception, elles font ainsi partie des études du Domaine Complémentaire.

Les études de perte de refroidissement ont permis de vérifier le non-découvrement des assemblages de combustible en piscine combustible pour l'ensemble des initiateurs retenus dans le cadre de la démonstration de sûreté.

La disposition complémentaire valorisée est la mise en service manuelle du système de protection incendie (JPD) en configuration d'appoint à la piscine combustible. L'atteinte d'un état final stable après la mise en service manuelle d'un appoint à la piscine combustible est démontrée. Cet état stable est défini comme étant l'état dans lequel l'appoint permet de compenser l'évaporation.

Les études de vidanges accidentelles de la piscine combustible ont permis de vérifier le non découvrément des assemblages de combustible en piscine combustible, pour l'ensemble des initiateurs retenus dans le cadre de la démonstration de sûreté, grâce aux dispositions complémentaires suivantes :

- la fermeture de la vanne d'aspiration de la piscine combustible après atteinte du seuil « *niveau très bas* », ce qui permet l'arrêt de la vidange (PNPP0402) ;
- la mise en service manuelle du système de protection incendie (JPD) en configuration d'appoint à la piscine combustible, ce qui permet la compensation de la baisse de niveau par évaporation.

Par ailleurs, à l'issue des revues de conformité des systèmes (cf. Volet I – Chapitre 1 – Section 4), EDF a introduit au Domaine Complémentaire les scénarios de vidanges de la piscine combustible initiées côté BR. Pour traiter ces scénarios, EDF valorise les dispositions complémentaires suivantes :

- la fermeture de la vanne du tube de transfert sous débit, à cet effet, la modification consistant à renforcer la vanne du tube de transfert pour garantir la fermeture de cette vanne sous débit est mise en œuvre (PNRL0895),
- l'isolement automatique de fermeture des vannes situées sur les lignes de filtration de la piscine du bâtiment réacteur sur atteinte d'un niveau bas en piscine du bâtiment réacteur (PNPP0780).

L'état stable est défini comme étant l'état où la vidange est interrompue et dans lequel l'appoint permet de compenser l'évaporation.

❖ EPS Evènements Internes Niveau 1 BK

EDF a réalisé des études probabilistes de sûreté évènements internes de niveau 1 (EPS EI N1) pour évaluer les risques de découvrément des assemblages de combustible sous eau en piscine combustible (pour tous les états de tranche) liés :

- aux scénarios de perte de refroidissement de la piscine combustible,
- aux vidanges rapides de la piscine combustible.

La présente étude probabiliste des risques associés aux scénarios de vidange rapide de la piscine combustible intègre les suites du GPR du 21 avril 2005 centré sur la fiabilité du système PTR et les retombées de l'instruction du 3^{ème} RP 1300. Elle est ainsi complétée par :

- l'exhaustivité des initiateurs étudiés dans le modèle EPS qui s'est accrue en termes de trajet et de moteur de vidange pour les scénarios inhérents à des erreurs de lignage,
- de nouveaux scénarios de ruptures de tuyauteries.

Pour les pertes de refroidissement de la piscine combustible, la probabilité de découvrement des assemblages de combustible est de quelques 10^{-8} / année.réacteur. Le dispositif essentiel concourant à ce résultat est l'appoint en eau déminéralisée (SED) puis en eau incendie (JPD).

L'étude probabiliste de vidanges accidentelles de la piscine combustible conduit à une probabilité de découvrement des assemblages de combustible de quelques 10^{-9} / année.réacteur. La modification matérielle permettant la fermeture automatique de la vanne d'aspiration du circuit PTR de la piscine combustible sur le signal « niveau très bas » piscine combustible (PNPP0402) participe de façon significative à la réduction du risque de découvrement des assemblages de combustible.

Ces études probabilistes permettent de vérifier, en complément d'une approche déterministe, que le risque de découvrement des assemblages de combustible vis-à-vis des vidanges accidentelles et des pertes de refroidissement de la piscine combustible est extrêmement improbable, grâce aux moyens de protection existants.

❖ **Résistance aux agressions**

➤ **Volet déterministe**

En complément aux études d'initiateurs intrinsèques au BK, les vérifications réalisées dans le cadre du 4^{ème} RP 900 sur la thématique « sûreté de l'entreposage du combustible usé en piscine combustible » concernent les volets suivants :

- vérification de non-découvrement des assemblages de combustible vis-à-vis des agressions des systèmes permettant l'évacuation de la puissance résiduelle et le maintien de l'inventaire en eau de la piscine combustible,
- prise en compte du retour d'expérience post-sismique international par l'intégration du REX Kashiwasaki-Kariwa (voir section 2 - § 0),
- prise en compte de la chute d'aéronefs de l'aviation générale sur le bâtiment combustible (voir section 2 - § 2.2.1.16),
- réalisation d'un éclairage probabiliste sur les agressions, ce qui constitue le meilleur niveau des standards internationaux sur ce domaine.

EDF a vérifié, sur le palier 900 MWe, la robustesse des systèmes permettant l'évacuation de la puissance résiduelle et le maintien de l'inventaire en eau de la piscine combustible aux agressions incendie, inondation interne, défaillances de tuyauteries, explosion interne, séisme et chute de charge.

Pour le cas de l'incendie, afin de s'affranchir du risque de mode commun du système PTR, EDF retient de séparer par un écran thermique les pompes PTR (PNPP0949 tome A) et de protéger les câbles d'alimentation d'une voie lorsqu'ils transitent dans un même volume de feu (PNPP0949 tome C). EDF prévoit également de limiter la charge calorifique dans le volume de feu où se situent les pompes PTR afin de supprimer la possibilité de feu généralisé dans ce volume.

➤ **Volet probabiliste**

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, EDF a étendu le périmètre des EPS BK au domaine des agressions internes et externes, à enjeu, et quantifiables par l'approche de type EPS. La démarche générale d'analyse est présentée au Volet I – Chapitre 2 – Section 2 - § 2.2.2 relatif aux études probabilistes de sûreté « *agressions* » liées à la chaudière.

L'éclairage probabiliste du risque associé au découvrement des assemblages de combustible permet de conforter la démonstration de robustesse de l'installation vis-à-vis des agressions :

- Incendie : le risque de découvrement des assemblages de combustible en piscine combustible est évalué à quelques 10^{-8} / année.réacteur en cas d'incendie.
- Inondation interne : les études menées concluent à un risque de découvrement des assemblages de combustible de l'ordre de quelques 10^{-10} / année.réacteur.
- Explosion interne : l'analyse couvre l'ensemble des zones présentant un risque de formation d'atmosphère explosive suite à un dégagement d'hydrogène dont l'explosion peut avoir des conséquences sur la sûreté de l'installation et notamment dans le bâtiment combustible (BK). La fréquence de découvrement des assemblages de combustible est de l'ordre de 10^{-9} / année.réacteur.
- Inondation externe : le risque associé au découvrement des assemblages de combustible en piscine est résiduel au regard des délais disponibles permettant la valorisation des appoints classiques ou ultimes voire d'appoints complémentaires pour des niveaux au-delà du Noyau Dur (une modification visant à faciliter le lignage d'un appoint en eau brute à la piscine combustible en cas de crue fluviale au-delà du Noyau Dur est mise en œuvre dans le cadre de l'affaire PNRL0984). Ce risque est de l'ordre de 10^{-8} / année.réacteur pour le CNPE du Bugey.
- Séisme : le risque calculé de découvrement des assemblages de combustible sur une tranche de Bugey suite à un séisme est de l'ordre de quelques 10^{-7} / année.réacteur sur une fenêtre de scrutation de l'EPS de 150 000 ans. Ceci confirme la robustesse de la conception de la piscine combustible conjuguée à la valorisation d'appoints Noyau Dur voire d'appoints complémentaires pour des niveaux au-delà du Noyau Dur.

➤ **Etudes complémentaires**

Par ailleurs, EDF réalise des études complémentaires en application des prescriptions émises par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900 :

[AGR-E-I] (partie relative à la piscine d'entreposage du combustible) :

EDF a défini la liste des locaux :

- pour lesquels un incendie contribue significativement au risque de découvrement des assemblages dans la piscine d'entreposage du combustible,
- dont la sectorisation est assurée par, au moins, une porte dont la position ouverte lors d'un incendie conduit à la perte des moyens redondants d'appoint en eau ou des moyens de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible.

[AGR-E-II] (partie relative à la piscine d'entreposage du combustible) :

« L'exploitant identifie, indépendamment de leur fiabilité, les dispositions de protection contre l'incendie dont la défaillance conduit [...] à la perte des moyens redondants d'appoint en eau ou des moyens de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible. Il met en œuvre des moyens permettant de réduire le risque de défaillance de ces dispositions et définit les exigences d'exploitation associées à ces moyens. »

Enfin, pour le cas de l'explosion interne, des compléments d'études relatifs à la piscine du bâtiment combustible ont également été menés au titre de la prescription [AGR-G-II] (voir Volet I – Chapitre 2 – Section 2 - § 2.2.1.2).

❖ **Evaluation du comportement du Palier CP0 Bugey aux transitoires retenus pour l'EPR Flamanville 3**

EDF a évalué l'impact des initiateurs retenus pour la conception de l'EPR Flamanville 3, mais absents à la conception du Parc en exploitation, sur le comportement des piscines combustible du Palier CP0 Bugey.

Pour l'ensemble des conditions de fonctionnement de l'EPR Flamanville 3, les objectifs de sûreté sont atteints (non-découvrement des assemblages de combustible entreposés ou manutentionnés) soit avec des règles de type « Domaine de Dimensionnement », soit avec des règles du Domaine Complémentaire.

Les transitoires :

- de perte d'un train de refroidissement PTR ou d'une fonction support, dans les états hors RCD et APR,
- de perte totale des alimentations électriques externes,

respectent les critères avec les règles de type « *Domaine de Dimensionnement* » : ces transitoires conduisent à la perte de refroidissement de la piscine combustible par le système PTR, mais la cinétique est suffisamment lente (l'autonomie de la piscine est supérieure à 72 heures) pour permettre la valorisation de l'ensemble des moyens d'intervention fixes ou mobiles, classés ou non classés, actuellement disponibles ou déployés dans le cadre du 4^{ème} RP 900. Pour le transitoire de perte totale des alimentations électriques externes en état RCD et APR, l'appoint en eau à la piscine combustible est réalisé par le JP de la tranche voisine.

En complément, pour les transitoires justifiés par une approche de type « *Domaine Complémentaire* », EDF a analysé si d'éventuelles dispositions matérielles ou opératoires pouvaient être mises en œuvre pour respecter les critères de sûreté en appliquant des règles d'études de type « *Domaine de Dimensionnement* ».

Pour le transitoire de perte d'un train de refroidissement PTR ou d'une fonction support en état RCD et APR, avec le tube de transfert isolé, une disposition consiste à faire évoluer les pratiques d'exploitation, en modifiant les prescriptions des Spécifications Techniques d'Exploitation (matériels dont la disponibilité est requise) applicables en états RCD et APR, avec le tube de transfert isolé, et leur valorisation dans la conduite. La valorisation d'un second appoint en eau par SEG alimenté par le DUS sera réalisée.

Par ailleurs, pour le transitoire de rupture guillotine isolable sur la ligne d'aspiration du circuit PTR, EDF met en œuvre une modification matérielle (PNPE0344) visant à automatiser l'isolement de la vanne PTR 017 VB, vanne installée dans le cadre de la modification PTR bis, de manière à assurer une redondance avec l'isolement automatique de la vanne PTR 001 VB existante.

En application de la prescription [PISC-B-I] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, EDF a intégré, dans un chapitre dédié du rapport de sûreté, les règles d'études associées à la démonstration de sûreté de la piscine d'entreposage du combustible ainsi que les situations d'incident ou d'accident retenues. Ce chapitre inclut les situations suivantes :

- les situations de perte de refroidissement partielle ou totale de l'eau de la piscine d'entreposage du combustible,
- les situations de rupture de tuyauterie sur un tronçon isolable connecté à la piscine d'entreposage du combustible.

EDF met en œuvre les modifications nécessaires (Doublement de l'automatisme d'isolement de la ligne de vidange de la piscine BK par les vannes PTR (PNPE0344) et l'appoint en eau Noyau Dur à la piscine d'entreposage du combustible (PNPE0714 et PNPE0258 - voir paragraphe « Evolutions du design des piscines combustibles : appoint Noyau Dur et disposition PTR bis » ci-après)).

En complément, en application de la prescription [PISC-B-II] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, EDF a réalisé l'étude des situations affectant la piscine du bâtiment du combustible, pouvant être induites par la défaillance, en cas de séisme, d'un équipement non classé sismique, en retenant les règles mentionnées dans la prescription [PISC-B-I]. Ces études ont permis de conclure, qu'à l'état VD4 900 Phase B, les parades actuellement disponibles sur l'installation étaient suffisantes pour respecter l'état sûr.

❖ Etudes des situations accidentelles en état d'Arrêt Pour Rechargement (APR)

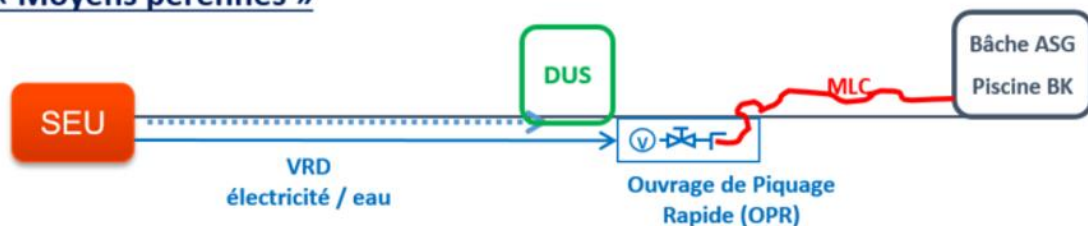
Dans le cadre de l'instruction GP bilan RP4 900, en application de la prescription [PISC-B-II], EDF a défini un calendrier pour la réalisation des études des situations de perte de refroidissement ou de vidange de la piscine du bâtiment du réacteur lorsque les deux piscines sont en communication via le tube de transfert, y compris lorsqu'un assemblage de combustible se trouve dans le tube de transfert, en retenant les règles mentionnées dans la prescription [PISC-B-I]. Ces études ont permis de conclure, qu'à l'état VD4 900 Phase B, les parades actuellement disponibles sur l'installation étaient suffisantes pour respecter l'état sûr.

❖ Evolutions du design des piscines combustible : appoint en eau ultime et disposition PTR bis

EDF met également en œuvre des dispositions matérielles qui augmentent ultérieurement la sûreté des piscines combustible :

- L'appoint Noyau Dur à la piscine d'entreposage du combustible (PNPP0714 et PNPE0258, cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7) qui permet de disposer d'un moyen supplémentaire pour l'appoint en eau à la piscine BK :
 - o Dans sa configuration post-Fukushima phase « *moyens pérennes* », le déploiement est porté par la modification PNPP0714 : cette modification comporte la réalisation des liaisons Voirie Réseau Distribution (VRD) électriques jusqu'au DUS et VRD eau jusqu'à un ouvrage de piquage rapide. La liaison entre l'ouvrage de piquage rapide et la piscine d'entreposage du combustible s'effectue par des moyens locaux de crise.
 - o Dans sa configuration « Noyau Dur », le déploiement est porté par la modification PNPE0258 (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7) : la source d'eau ultime est raccordée par des moyens fixes jusqu'aux utilisateurs par des liaisons VRD Noyau Dur Eau.

« Moyens pérennes »



« Moyens Noyau Dur »

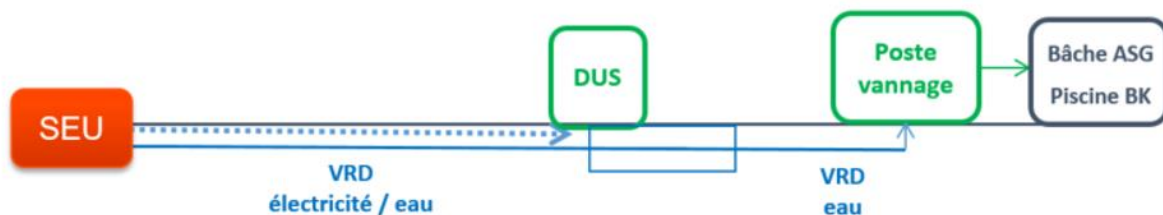


Schéma de principe de la disposition d'appoint Noyau Dur à la piscine d'entreposage du combustible

- Au-delà de l'objectif de sûreté de non-découvrement des assemblages de combustible, EDF met en place un moyen supplémentaire et diversifié dit « PTR bis » (PNPP0907) pour améliorer la gestion des situations de perte de refroidissement de la piscine combustible.

En fonctionnement normal, le refroidissement de la piscine combustible est assuré par le système PTR. La conduite accidentelle des situations de perte de refroidissement de la piscine combustible consiste à évacuer la puissance résiduelle des assemblages de combustible présents en piscine combustible par vaporisation de l'eau de la piscine. Les assemblages de combustible sont maintenus sous eau au moyen d'un appoint manuel à la piscine combustible assuré par le système de protection incendie JPD, valorisé en tant que disposition complémentaire dans la démonstration de sûreté.

Le retour au refroidissement de la piscine combustible est réalisé par la remise en service d'une file de refroidissement PTR. La démonstration du bon fonctionnement et de la capacité du circuit PTR à démarrer avec une piscine en ébullition a été apportée dans le cadre du 3^{ème} RP 900.

L'ajout du dispositif « PTR bis » permet de disposer, en supplément des deux voies de refroidissement PTR, d'un moyen de résilience pour le retour au refroidissement de la piscine combustible, s'appuyant sur une source froide diversifiée. Ce type de disposition permet de rapprocher le design des réacteurs du Palier CP0 Bugey de celui des réacteurs de type EPR de Flamanville 3.

Ce circuit de refroidissement supplémentaire s'appuie principalement sur des matériels mobiles qui sont acheminés sur site, lignés et mis en service par la Force d'Action Rapide du Nucléaire (FARN).

Ces matériels sont connectés à la piscine combustible par des tuyauteries installées en fixe et débouchant en façade de BK. L'ajout d'une vanne motorisée à l'aspiration et d'un clapet au refoulement du circuit de refroidissement PTR permet de renforcer la robustesse du maintien de l'inventaire en eau vis-à-vis de la prévention du risque de vidange accidentelle.

L'ensemble des matériels mobiles et de la logistique associée sont conçus de manière à simplifier le transport, le déploiement sur site, et permettre une mise en service rapide du système.

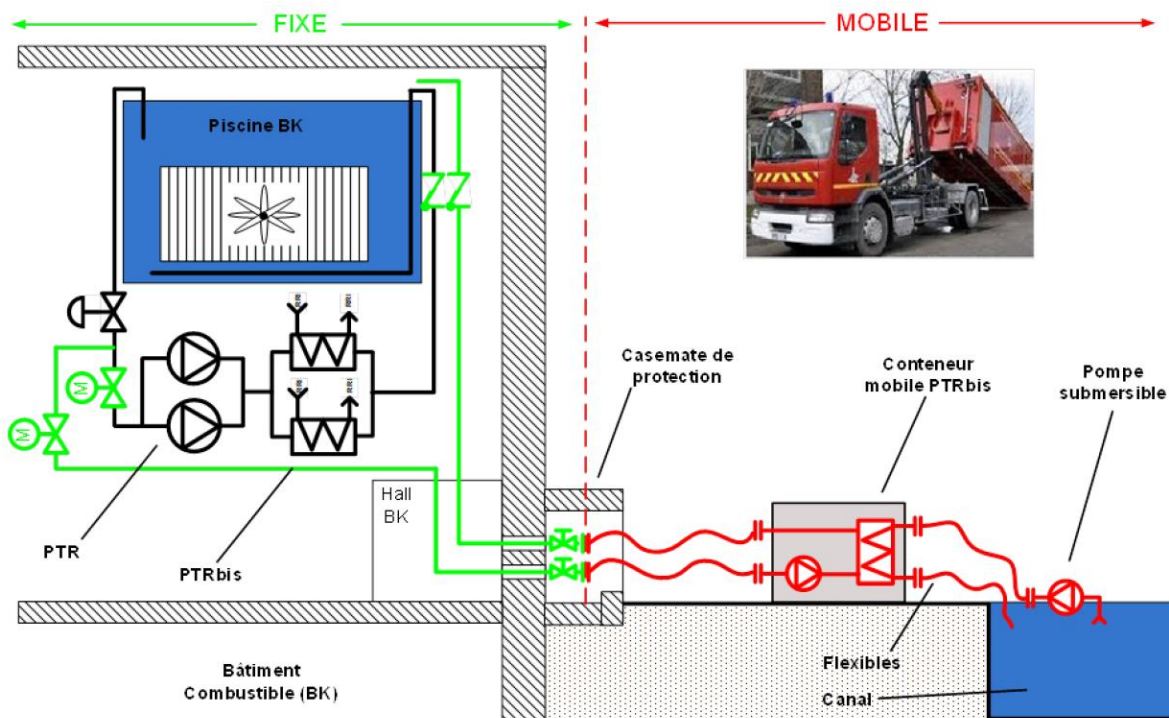


Schéma de principe du circuit de refroidissement mobile de la piscine combustible (PTR bis)

Les équipes FARN mettent en œuvre le dispositif PTR bis en 24h à compter de leur déclenchement, dans les situations de perte de refroidissement de la piscine combustible suivantes :

- perte de PTR résultant d'une perte totale de la source froide de tranche,
- perte de PTR résultant d'une perte totale des alimentations électriques de tranche,
- perte intrinsèque du système PTR.

En complément, en application de la prescription [PISC-C] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, EDF vérifiera que, en cas de situation d'agression, d'incident ou d'accident, un état sûr qui se caractérise par une absence d'ébullition de la piscine d'entreposage du combustible peut être atteint et maintenu. EDF identifiera les situations pour lesquelles un tel état ne peut être atteint avec les moyens valorisés dans la démonstration de sûreté. EDF définira et mettra en œuvre les dispositions nécessaires pour améliorer la prévention de ces situations et prévoit les dispositions de gestion post-accidentelle pour atteindre à terme cet état sûr sans ébullition.

Le dispositif PTR bis peut également être utilisé pour la gestion long terme ($\approx t_0 + 15$ jours) des situations Noyau Dur (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7) au cours desquelles l'accessibilité du site est supposée difficile suite à des conditions extrêmes ayant affecté l'ensemble des tranches d'un même site. Il permet ainsi de restaurer un refroidissement :

- de la piscine combustible et de la piscine du bâtiment réacteur dans les états APR avec les piscines en communication,
- de la piscine combustible dans les états hors APR.

Enfin, le dispositif PTR bis permet, par l'arrêt de l'ébullition de la piscine, de retrouver une ambiance dans le BK compatible avec le bon fonctionnement des matériels nécessaires à la gestion des situations Noyau Dur situés dans le BK (disposition EAS-ND notamment, cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7).

Le déploiement du PTR bis et de l'appoint Noyau Dur en eau à la piscine combustible (PNPP0714) ainsi que leur suivi en exploitation répond à la prescription [PISC-A-I] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900. En complément, en application de la prescription [PISC-A-II], les parties fixes de ces dispositions sont des éléments importants pour la protection des intérêts pour lesquels EDF a identifié les exigences définies associées. Enfin, le déploiement de ces dispositions pour répondre aux situations « Noyau Dur » est encadré par la prescription [PISC-A-III], cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7.

❖ Surveillance en exploitation des composants qui garantissent l'intégrité des piscines BR et combustible

La surveillance en exploitation des composants qui garantissent l'intégrité des piscines BR et combustible contribue à la prévention des vidanges accidentelles des piscines : tuyauteries PTR, casse-siphon, peau métallique, batardeaux et organes de robinetterie PTR.

Les modalités de surveillance et de maintenance des matériels qui contribuent à garantir l'intégrité des piscines reposent, pour chaque élément contribuant à la fonction « *intégrité des piscines* », sur la vérification :

- des exigences de conception,
- des études, bilans, doctrines et programmes de maintenance des matériels,
- des affaires parc,
- de l'analyse du retour d'expérience parc.

En complément, EDF a engagé, dans le cadre d'une affaire parc, un programme visant à renforcer la surveillance et la stratégie de maintenance relatives à la peau métallique des piscines du bâtiment réacteur (BR) et d'entreposage du combustible (BK), à travers de nouveaux examens adaptés à la recherche d'éventuels défauts d'étanchéité et de corrosion sous contraintes, ainsi que des moyens de réparation en alternative à la pose de patch soudé. Cette affaire parc est également en cohérence avec les actions prises par EDF suite à l'instruction par avis type C « *Sûreté des piscines* ».

Par ailleurs, EDF reconduit, lors des 4^{èmes} RP 900, les différentes investigations du tube de transfert qui avaient été mises en œuvre lors des 3^{èmes} RP 1300 :

- vérification du réglage des appuis de la vanne du tube de transfert,
- vérification du réglage des vis d'appui du tube de transfert,
- mesure de l'excentrement du tube de transfert dans son fourreau côté BK,
- examen des soudures du point fixe du tube de transfert,
- examen des soudures longitudinales et circonférentielles du tube de transfert.

Les résultats de ces contrôles sont présentés dans le paragraphe « Bilan de l'état de la tranche ».

De plus, un examen télévisuel interne du tube de transfert sur toute sa longueur est réalisé au titre du Programme d'Investigations Complémentaires (PIC) sur 4 tranches CPY et 2 tranches CP0 entre 2019 et 2021 (l'extension aux autres tranches sera décidée en fonction des constats observés). Les résultats de ces examens sont intégrés dans le RCR des tranches concernées (cf. Volet I – Chapitre 1 – Section 2).

❖ Inventaire radioactif en BK et nouvelles modalités d'entreposage

EDF pilote dans le cadre d'un projet les actions visant à limiter à une valeur aussi basse que raisonnablement possible le nombre d'assemblages de combustible en cours de désactivation dans chaque bâtiment combustible des réacteurs en exploitation.

Dans ce cadre, depuis 2015, EDF a renforcé le programme pluriannuel d'évacuation d'assemblages de combustible usés vers La Hague et met en œuvre lorsque cela est nécessaire des leviers de sécurisation pour en assurer la réalisation.

Pour les assemblages qui ne sont pas transportables, EDF met en place les dispositions nécessaires pour être en mesure de les évacuer en toute sûreté (caractérisation des particularités de ces assemblages, réparation, instruction spécifique et extension d'agrément si nécessaire).

En outre, EDF étudie la création de capacités supplémentaires d'entreposage qui renforceront la robustesse du cycle combustible.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les examens du tube de transfert de la tranche 3 du CNPE du Bugey ont été réalisés conformément à l'attendu. Ils confirment l'absence de dégradation ou de désordre macroscopique qui aurait été la conséquence d'un dommage survenu en exploitation et permettent de garantir le fonctionnement des installations en toute sûreté, dans toutes les situations de fonctionnement et pour la durée de vie de la tranche.

Les modifications :

- PNXX0752 « Mesure de niveau analogique piscine BK »,
- PNPP0289 « Redimensionnement du casse-siphon situé sur la ligne de refoulement du système de refroidissement de la piscine combustible »,
- PNPP0401 « Mise en place d'un second joint statique sur les batardeaux de la piscine du bâtiment réacteur »,
- PNPP0402 « Fermeture automatique vanne PTR 001 VB sur NTB piscine désactivation »,
- PNPP0403 « Motorisation de la vanne du tube de transfert »,
- PNPP0474 « Mesure de pression accumulateurs RIS Gamme large »,
- PNPP0549 « Mise en position sûre d'un assemblage combustible »,
- PNPP0666 « Diesel d'Ultime Secours »,
- PNPP0679 tome A « Renforcement sismique des mesures de niveau TOR (NB, NTB) de la piscine combustible »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. Les impacts documentaires de ces modifications ont été pris en compte.

La modification PNPP0949 « Installation d'un écran de protection contre l'incendie entre les pompes PTR pour la séparation physique des deux voies PTR » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche 3 du CNPE du Bugey de la manière suivante :

- Tome A « Pose d'un écran de protection entre les pompes PTR » au plus tard en phase B des modifications du 4^{ème} RP 900,
- Tome C « Mise en place d'une protection incendie des câbles PTR » en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900.

Les modifications :

- PNPE0128 « Mesures de niveau « Tout ou Rien » en piscine réacteur »,
- PNPE0344 « Doublement de l'automatisme d'isolement de la ligne de vidange de la piscine combustible BK par les vannes PTR »,
- PNPP0780 « Automatisation de vannes de vidange piscine BR »,
- PNPP0907 « Création d'un système de refroidissement mobile diversifié PTR bis » tous tomes sauf tome I,

sont en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900. Les impacts documentaires de ces modifications seront également pris en compte.

Les modifications :

- PNPE0258 « Mise en place du dispositif ASG-ND et ligne fixe de réalimentation de la piscine BK par SEG »,
- PNPP0824 « Ajout d'une chaîne de mesure de niveau analogique de la piscine combustible BK »,
- PNRL0984 « Accroche pour arrimer un plug flexible pour appointer la piscine d'entreposage du combustible en cas de crue fluviale au-delà du Noyau Dur »,

seront déployées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900.

La modification PNRL0895 « Fiabilisation de la commande de la vanne du tube de transfert pour fermeture sous débit » est présentée au Volet I - Chapitre 1 - Section 4.

La modification PNPP0714 « Source d'eau de l'appoint Noyau Dur » est traitée au volet Volet I - Chapitre 2 - Section 1 - §1.2.1.3.

La modification PNPP0877 « Mise en place d'un dispositif permettant d'amortir la chute d'un emballage de combustible usé » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche 3 du CNPE du Bugey prévue au plus tard fin 2025.

La modification PNPP0907 tome I « Résorption de la problématique d'injection de bulles en piscine BK » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche 3 du CNPE du Bugey prévue au plus tard en phase B.

3.3 CONCLUSION

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, EDF conforte le niveau de sûreté pour les situations accidentelles du bâtiment combustible sur les volets suivants :

- prévention du risque de vidange accidentelle de la piscine combustible, par la mise en place de moyens redondants de mitigation : vannes motorisées à l'aspiration et clapets au refoulement du circuit de refroidissement PTR,
- prévention du risque de découvrement des assemblages de combustible par ébullition, par l'ajout d'un dispositif pare-flamme permettant d'écarter le risque de propagation d'un incendie d'une pompe PTR à l'autre,
- prévention du risque de découvrement des assemblages par l'ajout d'un moyen diversifié supplémentaire d'appoint en eau à la piscine du bâtiment combustible (BK) (faisant partie du Noyau Dur).

Les études déterministes ont permis de montrer que les critères d'acceptabilité sont respectés pour l'ensemble des initiateurs retenus dans le cadre de la démonstration de sûreté en considérant les dispositions existantes.

Les analyses menées ont permis par ailleurs de s'assurer de la robustesse de l'installation aux agressions et que l'évacuation de la puissance résiduelle et le maintien de l'inventaire en eau de la piscine combustible n'étaient pas remis en cause en cas d'agression interne.

En complément, l'évaluation du comportement des piscines combustible du Palier CP0 Bugey vis-à-vis des conditions de fonctionnement retenues dans le référentiel de dimensionnement de l'EPR de Flamanville 3 a été effectuée. Les moyens de protection actuels ou prévus dans le cadre du 4^{ème} RP 900 permettent aux réacteurs du Palier CP0 Bugey de répondre aux enjeux de sûreté liés à la prise en compte des conditions de fonctionnement du référentiel déterministe de conception du réacteur EPR de Flamanville 3.

La mise en place d'un moyen de refroidissement mobile (PTR bis) permet de diversifier la source froide et de renforcer le volet restauration du refroidissement de la piscine combustible en situation d'ébullition. Ce moyen fait partie du Noyau Dur. Ce type de disposition permet de rapprocher le design des réacteurs du Palier CP0 Bugey de celui des réacteurs de type EPR de Flamanville 3.

Les études probabilistes montrent que le risque de découvrement des assemblages de combustible lors de vidanges accidentelles et de perte de refroidissement de la piscine combustible, est extrêmement improbable : de l'ordre de quelques 10^{-7} / année.réacteur.

SECTION 4 : ACCIDENTS AVEC FUSION DU COEUR

4	ACCIDENTS AVEC FUSION DU CŒUR	193
4.1	OBJECTIFS.....	194
4.2	REPONSE AUX OBJECTIFS.....	194
4.2.1	DEMARCHE GENERALE APPLICABLE AUX SITUATIONS D'ACCIDENTS AVEC FUSION DU CŒUR....	194
4.2.2	DISPOSITIONS MISES EN ŒUVRE VIS-A-VIS DES SITUATIONS AVEC RISQUE DE FUSION DU CŒUR	196
4.2.3	REDUCTION DES CONSEQUENCES RADIOLOGIQUES	203
4.2.4	EPS RELATIVES AUX SITUATIONS AVEC FUSION DU CŒUR (EPS N2).....	204
4.3	CONCLUSION	210

4 ACCIDENTS AVEC FUSION DU CŒUR

Dans le cadre de la démonstration de sûreté de ses installations nucléaires de base, EDF applique le principe de défense en profondeur qui consiste à prendre en compte des défaillances techniques, matérielles, humaines ou organisationnelles, et à s'en prémunir par la mise en place de lignes de défense successives, indépendantes et complémentaires.

Ainsi, des séquences accidentelles sont étudiées en postulant un cumul de défaillances menant généralement à la perte de la fonction de refroidissement du cœur et à terme à la fusion du combustible suite à la perte d'inventaire en eau du circuit primaire.

On peut distinguer quatre phases principales dans l'évolution de l'accident avec fusion du cœur si celui-ci ne peut pas être maîtrisé :

- 1^{ère} phase : vidange du circuit primaire,
- 2^{ème} phase : dénoyage et dégradation initiale du cœur,
- 3^{ème} phase : dégradation avancée du cœur,
- 4^{ème} phase : rupture de la cuve et phase hors cuve.

Un accident avec fusion du cœur peut entraîner à court ou à plus long terme des rejets dans l'environnement si le confinement ne peut pas être maintenu dans la durée.

La prise en compte des situations d'accidents avec fusion du cœur a fait l'objet d'études approfondies à l'occasion des précédents réexamens périodiques des différents Paliers en intégrant le REX événementiel international (Tchernobyl, Three Mile Island). A ce titre, des améliorations significatives ont été apportées par rapport à la conception initiale des installations, reposant sur des évolutions matérielles et documentaires.

Ainsi, sur le Palier CPO Bugey les dispositions matérielles suivantes ont déjà été mises en œuvre :

- le dispositif de décompression-filtration de l'enceinte qui permet de préserver l'enceinte en cas de pressurisation accidentelle lente de celle-ci,
- les recombineurs autocatalytiques passifs d'hydrogène (RAP) qui permettent d'éviter l'accumulation d'hydrogène dans l'enceinte et de réduire le risque de perte du confinement par combustion d'hydrogène,
- la fiabilisation de l'ouverture des lignes de décharge du pressuriseur afin de réduire les risques associés aux situations de fusion du cœur en pression et les phénomènes de Direct Containment Heating (DCH),
- le renforcement des boulons du Tampon d'Accès Matériel (TAM) ce qui permet d'augmenter la tenue ultime en pression de l'enceinte,
- l'amélioration de l'étanchéité des systèmes RIS et EAS (retarage des soupapes de protection RIS),
- une instrumentation permettant la conduite de l'installation et l'amélioration du suivi de l'accident : mesure de la pression enceinte gamme large, détection du percement éventuel de la cuve, et mesure de la température des recombineurs d'hydrogène.

Une documentation de conduite spécifique pour la gestion des situations d'accident avec fusion du cœur a aussi été élaborée.

4.1 OBJECTIFS

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, les objectifs d'EDF vis-à-vis des situations d'accidents avec fusion du cœur sont :

- Rendre le risque de rejets précoces et importants extrêmement improbable ;
- Eviter les effets durables dans l'environnement.

EDF a notamment pour ambition d'améliorer la sûreté pour les situations d'accidents avec fusion du cœur au regard des objectifs de sûreté EPR de Flamanville 3, dont les dispositions de mitigation prises à la conception permettent d'avoir recours en cas d'accident avec fusion du cœur à des mesures de protection des populations très limitées dans l'espace et dans le temps. Les travaux d'EDF ont porté sur les volets suivants :

- L'évacuation de la puissance résiduelle sans ouverture du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte ;
- La stabilisation du corium sur le radier du BR.

Les scénarios d'accidents avec fusion du cœur menant à des rejets potentiellement significatifs sont classés en cinq catégories :

- endommagement du combustible dans le BR avec perte précoce du confinement,
- percement du radier,
- perte tardive du confinement par défaillance de l'enceinte,
- maîtrise du confinement avec ouverture du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte,
- maîtrise du confinement sans ouverture du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte.

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, l'effort est porté sur les scénarios des quatre premières catégories, la cinquième étant une situation où le confinement demeure maîtrisé et intègre, il n'y a pas de rejets précoces ou importants.

Les scénarios font l'objet d'études déterministes de conséquences radiologiques, complétées par des évaluations probabilistes.

4.2 REPONSE AUX OBJECTIFS

4.2.1 Démarche générale applicable aux situations d'accidents avec fusion du cœur

Partie générique Palier

L'analyse des risques relatifs aux séquences d'accidents avec fusion du cœur s'appuie sur des études de scénarios avec des codes de calcul adaptés. Ces codes s'appuient sur des modèles physiques développés et validés sur la base d'expériences représentatives et sont maintenus au niveau de l'état de l'art international.

La conception des dispositions nécessaires en accidents avec fusion du cœur est déterministe, mais peut utiliser des bases probabilistes pour la sélection des scénarios retenus comme base de conception, afin d'être cohérent avec le risque contre lequel on souhaite se prémunir.

Ce dimensionnement repose également sur des hypothèses raisonnablement enveloppes, ayant recours autant que de besoin à des études de sensibilité pour détecter l'éventuelle existence d'« *effet falaise* ».

Les équipements identifiés comme nécessaires en accident avec fusion du cœur contribuent soit directement au confinement des produits de fission, soit directement à la gestion de l'accident avec fusion du cœur. Ils constituent la ligne de défense pour la mitigation de l'accident avec fusion du cœur. A ces dispositions matérielles sont affectées des exigences (requis fonctionnel, chargement et durée de mission) de façon à garantir leur performance et leur disponibilité en conditions d'accident avec fusion du cœur.

Ces équipements peuvent être soit installés au titre de modifications matérielles, soit valorisés parmi les matériels existants.

Pour les matériels existants identifiés comme nécessaires en accident avec fusion du cœur, une vérification de leur tenue aux conditions d'accident avec fusion du cœur est réalisée. Les matériels existants dont la démonstration de tenue à ces conditions ne peut pas être apportée sont remplacés par des matériels qualifiés (PNRL0929, PNPE0347 et PNRL0986). Pour les matériels nouveaux, nécessaires pour la mitigation des situations d'accidents avec fusion du cœur, ces conditions de fonctionnement sont prises en compte à la conception.

Suite à l'ensemble des vérifications menées dans le cadre du 4^{ème} RP 900 sur le Palier CP0 Bugey, les ambiances générées dans les locaux où des actions seraient requises pour la gestion des situations d'accident avec fusion du cœur ne remettent pas en cause la capacité des intervenants à réaliser les actions requises dans ces locaux pendant la durée nécessaire.

En complément, en application de la prescription [FOH-B] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, EDF a vérifié la capacité effective des agents de terrain à accéder aux locaux et à y réaliser les actions de conduite requises dans la démonstration de sûreté nucléaire en cas d'accident avec fusion du cœur (par exemple, accessibilité des organes de contrôle et de commande, capacité de réalisation des actions en cas de port d'équipements de protection individuels, disponibilité de l'outillage, délai nécessaire aux accès). A la suite de ces études, les dispositions envisagées dans le cadre du 4^{ème} RP 900 sont les suivantes :

- Modification d'exploitation pour permettre l'utilisation de cellules d'autocontrôle afin de manœuvrer les vannes RCV-RIS depuis le Bâtiment Electrique (BL) (injection simultanée ISHP) en cas d'APRP 4 (PNPE0442) ; cette modification est prévue dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900 ;
- Mise en application du guide pour la radioprotection en situation d'urgence radiologique au plus tard lors de la phase « Compléments » des modifications du 4^{ème} RP 900 ;
- Mise à disposition de l'exploitant de la liste des locaux contenant des circuits en recirculation (accidents sans et avec fusion) et/ou des traversées enceinte au plus tard lors de la phase « Compléments » des modifications du 4^{ème} RP 900.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNRL0929 « Tenue du détecteur de débit EAS 074 SD à l'accident avec fusion du cœur » a été intégralement réalisée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. Les impacts documentaires de cette modification ont été pris en compte.

Les modifications :

- PNPE0347 « Remplacement du ServoMoteur Electrique RCV 089 VP »,
- PNPE0442 « Modification d'exploitation : Accessibilité – utilisation de cellules d'autocontrôle pour manœuvrer les RCV-RIS depuis le BL (injection simultanée ISHP) »,
- PNRL0986 « Remplacement complet des robinets SEB 358/360 VE, JPD 990/992 VP et du remplacement du sous-ensemble obturateur/joint du clapet RPE 903 VP »,

seront déployées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900.

La mise à disposition de l'exploitant de la liste des locaux contenant des circuits en recirculation et/ou des traversées enceinte et la mise en application du guide pour la radioprotection en situation d'urgence radiologique seront réalisées au plus tard lors de la phase « Compléments » des modifications du 4^{ème} RP 900.

4.2.2 Dispositions mises en œuvre vis-à-vis des situations avec risque de fusion du cœur

Partie générique Palier

Un accident avec fusion du cœur peut entraîner à court terme ou à plus long terme des rejets dans l'environnement si l'intégrité du confinement ne peut pas être maintenue dans la durée. Les différents risques associés aux situations d'accidents avec fusion du cœur sont analysés.

En fonction des risques, des dispositions sont mises en œuvre pour, soit réduire leur probabilité d'occurrence, soit en retarder et en atténuer les conséquences.

❖ Dispositions vis-à-vis du risque de pressurisation lente de l'enceinte

Sans évacuation de la puissance hors de l'enceinte, la vaporisation de l'eau sur le corium et la production de gaz incondensables pendant l'interaction corium béton conduisent à la pressurisation lente de l'enceinte. La pression dans l'enceinte peut atteindre la pression de dimensionnement des enceintes de confinement et nécessiter l'ouverture du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte, conduisant à des rejets radiologiques dans l'environnement.

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, la mise en œuvre de la disposition EAS-ND (PNPP0811) permet d'assurer les deux fonctions suivantes :

- le noyage et le refroidissement du corium en cuve ou hors cuve,
- l'évacuation de la puissance résiduelle hors de l'enceinte.

Son fonctionnement repose d'une part sur une pompe EAS-ND, pouvant fonctionner en injection directe depuis la bache PTR ou en recirculation depuis les puisards BR, et, d'autre part, sur un échangeur EAS-ND assurant le refroidissement de l'eau réinjectée et lui-même refroidi par la Source Froide Noyau Dur (SF-ND). La Source Froide Noyau Dur est constituée d'un dispositif de pompage mobile acheminé et déployé par la FARN, ainsi que d'aménagements de génie civil (PNPP0972 et PNRL0844). Les dispositions EAS-ND et SF-ND répondent à la prescription [AG-B-I]. La disposition EAS-ND contribue à la réponse à la prescription [AG-D-I].

La disposition EAS-ND est dimensionnée de manière à éviter les situations avec fusion du cœur menant à l'ouverture du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte de confinement. Elle contribue également à la diminution des conséquences radiologiques des situations avec confinement maîtrisé.

Pour limiter encore le risque de montée en pression de l'enceinte de confinement, en application de la prescription [AG-B-II-1], EDF a identifié les moyens permettant d'injecter à court terme dans le bâtiment du réacteur un volume d'eau borée complémentaire à celui contenu dans la bache du système de traitement et de refroidissement de l'eau des piscines (PTR) afin d'assurer l'évacuation de la puissance résiduelle de l'enceinte de confinement lors d'un accident avec fusion du combustible et a justifié la faisabilité de l'injection de ce volume d'eau borée complémentaire, compte tenu des exigences associées aux moyens retenus et aux capacités d'eau borée disponibles. En application de la prescription [AG-B-II-2], EDF mettra en œuvre les dispositions suivantes afin de garantir ces objectifs :

- mise à disposition de la liste des locaux contenant des circuits en recirculation et des traversées enceinte ;
- mise à disposition de la liste des différentes sources et tableaux électriques alimentant les moyens nécessaires à la réalimentation de la bache du système de traitement et de refroidissement de l'eau des piscines (PTR) ainsi que leur contrôle-commande.

Par ailleurs, le secours électrique de la mesure de pression enceinte gamme large par le DUS permet de s'assurer du non-dépassement de la pression d'épreuve de l'enceinte, y compris en cas de perte totale des alimentations électriques.

En effet, le DUS (PNPP0666) est une source électrique additionnelle de secours introduite suite à l'accident de Fukushima (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7) afin de renforcer les ressources électriques des réacteurs d'EDF. Le DUS permet notamment de réalimenter les matériels du Noyau Dur nécessaires en situations d'accident avec fusion du cœur, y compris en cas de perte totale des alimentations électriques sur le site.

Au titre des enseignements de l'accident de Fukushima, un premier renforcement du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte est réalisé afin d'assurer sa tenue au séisme de niveau SMHV (PNPP0870). En application de la prescription [AG-C-II], un renforcement supplémentaire du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte est réalisé afin d'assurer sa tenue au séisme de niveau SMS (PNPE0377).

❖ Dispositions vis-à-vis du risque de perte du confinement par érosion et/ou percement du radier

En situation d'accident avec fusion du cœur, la fusion du cœur peut entraîner la formation d'un bain de corium pouvant à terme percer la cuve puis conduire à l'érosion du radier et donc remettre en cause le confinement.

Dans l'objectif de limiter le risque de perte du confinement en situation d'accident avec fusion du cœur par érosion du radier, un dispositif reposant sur la stabilisation du corium sous eau après étalement à sec est mis en œuvre (PNPP0976) : l'étalement du corium après percement de la cuve s'effectue dans le puits de cuve et dans le local RIC. Cette solution, dans son principe, est semblable à celle mise en œuvre sur les réacteurs de type EPR (core-catcher), elle intègre les programmes de R&D sur l'interaction corium béton et permet de préserver le radier structural de l'enceinte. Cette disposition répond à la prescription [AG-A-I].

Les études visent à démontrer la préservation d'une épaisseur suffisante de béton non ablaté conservant l'essentiel de ses caractéristiques mécaniques. Dans ce cadre, les tranches du site de Bugey ne sont pas concernées par la prescription [AG-A-II] portant sur l'épaississement des radiers des enceintes de confinement très siliceux car leurs radiers sont constitués de béton silico-calcaire. En complément, et en application de la prescription [AG-A-III], EDF renforce les voiles entre le local d'instrumentation interne du cœur (RIC) et la zone des puisards du fond de l'enceinte de confinement du bâtiment du réacteur pour prévenir tout risque induit par leur percement par le corium (PNPE0460).

L'étalement à sec du corium est garanti par l'étanchéification préalable du puits de cuve et du local RIC adjacent (PNPP0976). Les RGE seront aussi modifiées en phase B afin de valoriser les moyens de détection d'eau dans le puits de cuve et le local RIC en fonctionnement normal. Le renoyage du corium par le dessus est ensuite réalisé par gravité à partir de l'eau présente dans les puisards et dans le fond du BR, ceux-ci ayant été préalablement remplis par les circuits RIS, EAS ou par la ligne de débit nul de la pompe de la disposition EAS-ND, ou, de manière active, par l'injection d'eau en cuve après l'étalement du corium dans le cas où les puisards du BR n'auraient pas été remplis.

Le renoyage gravitaire du corium est assuré par des carottages redondants dans les voiles des locaux puits de cuve et local RIC, obturés par un dispositif de vannes (ou trappes) passives assurant l'étanchéité entre l'eau accumulée en fond de BR et la zone d'étalement. Ceci garantit un étalement à sec du corium. L'effacement du dispositif d'obturation est provoqué, après étalement du corium, par la rupture de câbles fusibles.

Le refroidissement du corium et l'évacuation de la puissance résiduelle hors de l'enceinte sur le long terme sont assurés par les dispositions EAS-ND et SF-ND.

La mesure de détection de percement de la cuve (PNXX0746 thermocouple situé dans le puits de cuve) permet d'assurer si nécessaire une injection d'eau sur le corium via la cuve au moment le plus efficace qui correspond au renoyage après étalement à sec du corium.

En complément, suite à l'instruction dans le cadre du Groupe Permanent d'experts pour les Réacteurs (GPR) sur les accidents avec fusion du cœur tenu les 27 et 28 mars 2019 :

- EDF met en œuvre une instrumentation spécifique permettant de détecter l'étalement du corium sur la surface totale du local RIC (PNPE0387), ainsi que la prise en compte de cette information au niveau de la stratégie de conduite AG.
- EDF met en œuvre une disposition supplémentaire permettant un appoint d'eau dans le fond de l'enceinte par des moyens mobiles pendant une durée suffisante pour limiter l'érosion du radier, en cas de défaillance de l'EAS-ND à moyen – long terme (PNPE0362). Cette disposition répond à la prescription [AG-B-III]. La gestion de cet appoint sera assurée grâce à une mesure de niveau d'eau dans le fond du BR (PNPE0386).

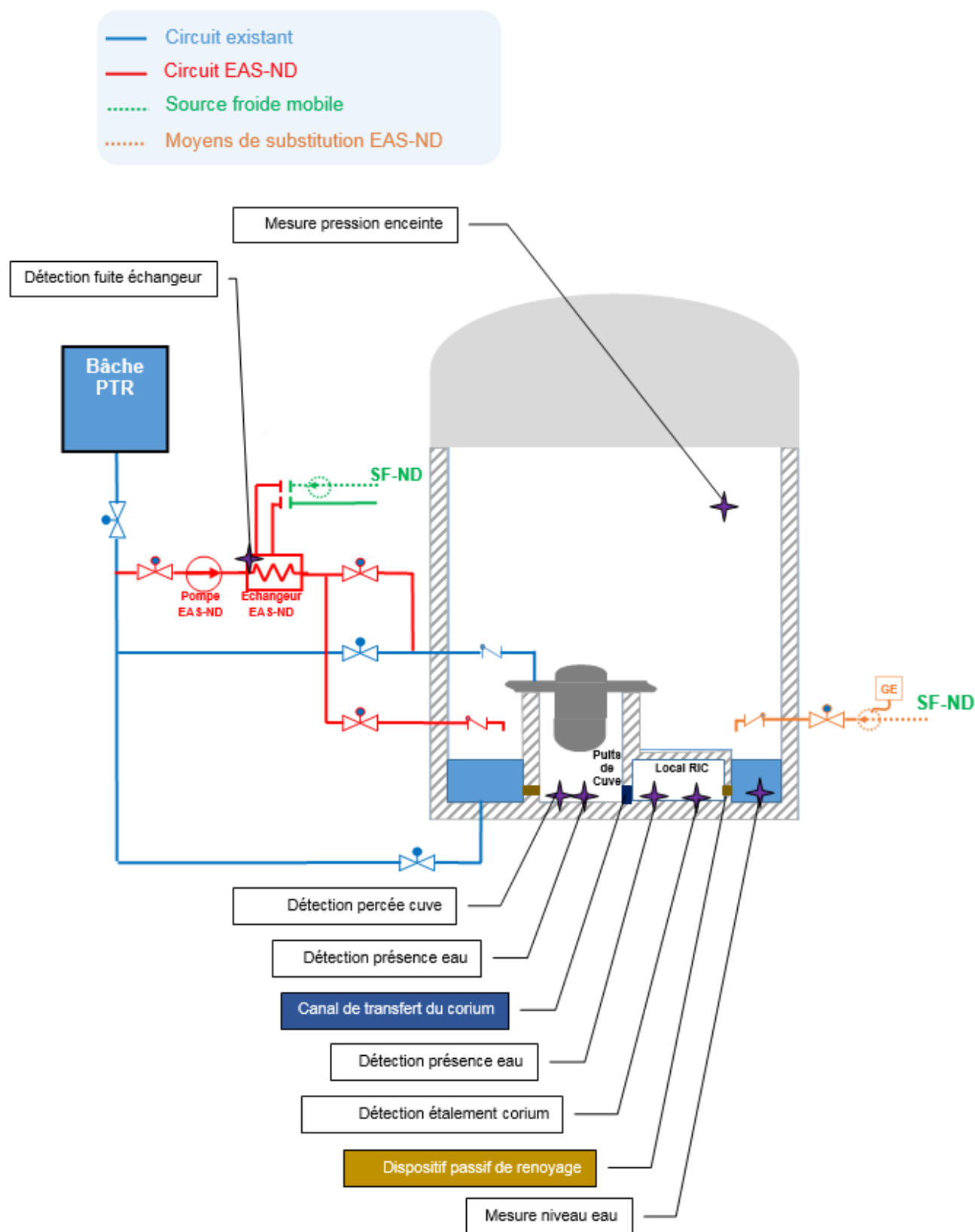


Schéma de principe des dispositions EAS-ND et stabilisation du corium

❖ Dispositions vis-à-vis des fonctions et matériels participant au confinement

Les traversées de l'enceinte, dont les vannes d'isolement soumises à des ordres d'isolement automatique, sont fermées avant l'entrée en accident avec fusion du cœur. Pour les traversées d'enceinte dont l'isolement est réalisé par un organe motorisé, le secours électrique par le DUS de ces organes (PNPE0073 et PNPE0068) permet de garantir leur opérabilité, y compris en situation de perte totale des alimentations électriques. Le DUS assure également le secours électrique d'une file de ventilation et de filtration de l'air de la salle de commande (via la modification PNPE0068), afin de permettre le maintien de ces fonctions en cas d'accident avec fusion du cœur résultant d'une situation de perte totale des alimentations électriques (H3).

Vis-à-vis de l'amélioration de la tenue aux accidents avec fusion du cœur de certains matériels participant au confinement, EDF a effectué le remplacement des hublots des sas du BR (« Renforcement des hublots du sas BR » PNPP0631).

❖ Fonctionnement en recirculation de la disposition EAS-ND

La gestion à long terme des situations d'accident avec fusion du cœur repose sur le fonctionnement en recirculation de la disposition EAS-ND pour maintenir le corium noyé et évacuer la puissance résiduelle hors du BR. Les exigences de conception de la disposition EAS-ND sont adaptées à la situation envisagée et permettent de garantir un niveau élevé de fiabilité des matériels pour un maintien en fonctionnement de la disposition visé d'un an. Vis-à-vis du fonctionnement long terme en recirculation en situation d'accident avec fusion du cœur et pour limiter les conséquences éventuelles d'une fuite sur le circuit EAS-ND, EDF met en place un dispositif pour gérer une fuite susceptible d'apparaître sur le circuit EAS-ND (PNPP0541), à l'extérieur de l'enceinte de confinement. Ce dispositif consiste à collecter dans le BK les fuites des organes les plus sensibles du système EAS-ND sur la totalité de sa durée de mission afin d'en limiter les conséquences vis-à-vis des rejets vers l'environnement. En complément, EDF met en œuvre une disposition de réinjection dans le BR des effluents présents dans les puisards du BK (PNPE0362). Ces dispositions de collecte et de réinjection répondent aux prescriptions [AG-B-IV] et [AG-D-I].

De plus, au titre de la gestion des situations d'urgence, EDF met en œuvre un dispositif de détection des fuites internes éventuelles de l'échangeur EAS-ND pour surveiller l'absence de contamination de la source froide. Cette mesure sera réalisée sur la base d'un dispositif mobile déployé par la FARN.

❖ Dispositions vis-à-vis du risque de perte du confinement par échauffement direct de l'enceinte

L'ouverture et le maintien ouvert des soupapes du pressuriseur sont requis en situation d'accident avec fusion du cœur pour assurer la dépressurisation du circuit primaire et ainsi se prémunir des conséquences éventuelles d'une fusion du cœur en pression. En effet, si le circuit primaire est en pression lors du percement de la cuve, une fraction du corium peut être dispersée dans l'enceinte induisant une augmentation de température et de pression importante dans l'enceinte de confinement.

Vis-à-vis de ce risque, EDF a mis en œuvre, dans le cadre du 3^{ème} RP 900, une modification visant à fiabiliser la commande des soupapes du pressuriseur (PNXX0721) de façon à garantir l'ouverture et le maintien ouvert de ces soupapes même en cas de perte d'alimentation électrique.

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, EDF renforce les installations en changeant les têtes de soupapes du pressuriseur de façon à augmenter leur capacité de décharge en eau à basse pression primaire (PNPP0595). Cette modification consiste à augmenter la section de décharge à basse pression en ouverture commandée.

Enfin, le secours électrique des soupapes du pressuriseur par le DUS permet de garantir leur ouverture dans les situations d'accident avec fusion du cœur consécutives à une perte totale des alimentations électriques (H3).

❖ Dispositions vis-à-vis du risque de perte du confinement par explosion vapeur hors cuve

En cas de percement de la cuve, la disposition de stabilisation du corium hors cuve repose sur une stratégie d'étalement à sec du corium suivie d'un renoyage passif par l'eau des puisards. Celle-ci conduit à prévoir des dispositions matérielles (PNPP0976) visant à empêcher l'arrivée d'eau dans la zone d'étalement avant le percement de la cuve. Ces dispositions permettent d'éviter les situations de déversement du corium dans un puits de cuve préalablement noyé, ce qui exclut tout risque d'explosion vapeur hors cuve dans ces situations.

❖ Dispositions vis-à-vis du risque de retour en criticité du corium

Dans certaines configurations géométriques du corium lors d'un refroidissement par injection d'eau non borée, un retour en criticité pourrait se produire, occasionnant une augmentation de la puissance à évacuer. Afin d'éviter ce risque, les procédures de conduite définissent de manière conservatrice les modalités d'utilisation d'eau non borée pendant les phases court, moyen et long termes d'un accident avec fusion du cœur.

❖ Gestion des eaux contaminées

Limitation du risque de dissémination de substances radioactives liquides en dehors du site repose sur trois lignes de défense :

- Le système EAS-ND, dont les exigences de conception et de fabrication garantissent un faible niveau de fuite hors de l'enceinte de confinement, constitue une première ligne de défense ;
- La collecte des fuites des organes les plus sensibles du système EAS-ND (PNPP0541), et la réinjection dans le BR des effluents présents dans les puisards du BK (PNPE0362) constitue une seconde ligne de défense ;
- Une troisième ligne de défense au titre de la gestion de crise est conçue pour permettre le respect de valeurs repères de qualité des eaux destinées à la consommation humaine en phase court terme et long terme de l'accident avec fusion du cœur :
 - En application de la prescription [AG-D-II], EDF disposera des moyens nécessaires pour réduire la contamination de l'eau présente dans le bâtiment du réacteur après un accident ayant conduit à la fusion du cœur et s'assure de leur caractère opérationnel sur site (PNPE0362 et PNPE0449) ;
 - En application de la prescription [AG-D-III], afin de limiter l'ampleur et la durée de la contamination des eaux dans le milieu en cas de fuite d'eau contaminée en dehors des bâtiments après un accident ayant conduit à la fusion du cœur, EDF étudiera les moyens de limiter la dissémination de substances radioactives, par le sol et les eaux souterraines, en dehors du site. EDF définira les éventuelles dispositions à mettre en œuvre au regard des enjeux pour la sûreté et le calendrier associé.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNXX0721 « Fiabilisation de la commande des soupapes du pressuriseur »,
- PNXX0746 « Détection percée cuve et fonctionnement recombineur hydrogène par température élevée »,
- PNPP0631 « Renforcement des hublots des sas du Bâtiment Réacteur »,
- PNPP0666 « Diesel d'Ultime Secours »,
- PNPP0870 « Renforcement de la tenue du dispositif de compression-filtration de l'enceinte au séisme de niveau SMHV »,
- PNPP0972 « EAS-ND - Source Froide Mobile - Réalisation de poteaux d'arrimage des groupes de pompage de la source froide Noyau Dur »,
- PNRL0844 « Aménagement spécifique de site pour la source froide ultime : rampe d'accès à la source froide »

ont été intégralement réalisées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. Les impacts documentaires de ces modifications ont été pris en compte.

Les modifications :

- PNPE0068 « Mise en place d'une distribution électrique Noyau Dur »,
- PNPE0073 « Mise en place d'un contrôle commande Noyau Dur pour les matériels existants »,
- PNPP0541 « Mise en place d'un système de collecte des effluents en accident avec fusion du cœur »,
- PNPP0595 « Remplacement des têtes de soupape SEBIM »,
- PNPP0811 « Mise en place d'un système EAS-ND d'injection d'eau au primaire et d'évacuation de la puissance résiduelle »,
- PNPP0976 « Mise en place d'un dispositif d'étalement à sec et de stabilisation du corium sous eau »,

sont en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900. Les impacts documentaires de ces modifications seront également pris en compte.

La modification PNPE0387 « Mise en place détection étalement corium dans le local RIC (instrumentation cœur) » sera déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900.

Les modifications :

- PNPE0362 « Mise en œuvre de lignes fixes d'injection et d'aspiration au Bâtiment Réacteur et dispositif mobile de substitution à l'EAS-ND – Réinjection des effluents du bâtiment combustible vers le bâtiment réacteur »,
- PNPE0386 « Mise en place d'un niveau de mesure puisard dans le bâtiment réacteur »,

- PNPE0460 « Renforcement des voiles entre le local d'instrumentation interne du cœur (RIC) et la zone des puisards du fond de l'enceinte de confinement du bâtiment du réacteur »,
- PNPE0449 « Etude d'un module de traitement des eaux contaminées : modules mobiles de traitement de l'eau »,

seront déployées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase « Compléments » des modifications du 4^{ème} RP 900.

La modification PNPE0377 « Renforcement de la tenue du dispositif de compression – filtration de l'enceinte U5 au séisme de niveau SMS » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche 3 du CNPE du Bugey prévue au plus tard en phase « Compléments ».

4.2.3 Réduction des Conséquences Radiologiques

Partie générique Palier

❖ Démarche

En situation d'accident avec fusion du cœur, la priorité est le maintien du confinement afin de limiter les rejets dans l'environnement. Les scénarios sans perte incontrôlée du confinement font l'objet de calculs de conséquences radiologiques.

Les conséquences radiologiques des accidents avec fusion du cœur sont évaluées à partir d'un terme source de référence. Ce terme source de référence est un terme source de découplage, enveloppe des rejets dans l'environnement pour ces situations. Les hypothèses principales sont rappelées dans les paragraphes qui suivent.

Les hypothèses physiques retenues sont les mêmes entre la situation avant et après le 4^{ème} RP 900 afin de pouvoir évaluer l'impact des dispositions retenues.

La cinétique de relâchement des radionucléides dans l'enceinte se déroule en trois phases distinctes : la phase de relâchement en cuve, la phase de relâchement par interaction corium-béton (ICB) et la phase de rejet tardif en cuve. A chacune de ces phases sont associés des taux de relâchement en fonction du produit de fission considéré. Le maintien d'un pH basique dans les puisards de l'enceinte de confinement permet de rendre négligeable les relâchements d'iodes volatils radioactifs. Suite à l'instruction dans le cadre du Groupe Permanent d'experts pour les Réacteurs (GPR) sur les accidents avec fusion du cœur tenu les 27 et 28 mars 2019 et en application de la prescription [CR-B] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, EDF met en œuvre une disposition consistant à installer au fond des puisards des composés alcalins solubles dans l'eau (PNPE0410).

L'évaluation des activités relâchées vers l'atmosphère et des conséquences radiologiques associées est réalisée :

- à l'état pré-RP4 900 en considérant une mise en service du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte, 24 heures après l'entrée en accident avec fusion du cœur. De façon pénalisante pour les calculs des conséquences radiologiques, le préfiltre métallique du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte n'est pas valorisé ;
- à l'état RP4 900 sans ouverture du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte. La mise en œuvre de la disposition EAS-ND (PNPP0811) avec un échangeur disposant d'une source froide indépendante (SF-ND) permet d'éviter l'ouverture du dispositif de filtration-décompression de l'enceinte.

❖ Evaluation des doses à la population

Les doses à la population sont calculées à partir des activités rejetées vers l'atmosphère. Les doses sont calculées pour une population localisée sous le vent de la tranche accidentée. La dose efficace par irradiation et inhalation dans le panache et la dose équivalente à la thyroïde par inhalation sont évaluées à partir de la dispersion de l'activité rejetée dans l'atmosphère et des facteurs de conversion en dose. La comparaison des doses à la population associées à l'état pré-RP4 900 et à l'état RP4 900 permet d'évaluer les gains apportés par les modifications mises en œuvre pour le 4^{ème} RP 900.

Les doses à la population obtenues avec la mise en œuvre de la disposition EAS-ND montrent qu'il n'y a pas de nécessité à imposer des contre-mesures au-delà de 5 km pour l'évacuation et de 10 km pour la prise d'iode stable.

La comparaison avec l'état sans la mise en œuvre de la disposition EAS-ND montre que cette modification permet de limiter de façon importante les conséquences radiologiques d'un accident avec fusion du cœur.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP0811 « Mise en place d'un système EAS-ND d'injection d'eau au primaire et d'évacuation de la puissance résiduelle » est en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900. Les impacts documentaires de cette modification seront également pris en compte.

La modification PNPE0410 « Mise en place de paniers de tétraborate de soude dans les puisards du bâtiment réacteur » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche 3 du CNPE du Bugey prévue au plus tard fin avril 2029.

4.2.4 EPS relatives aux situations avec fusion du cœur (EPS N2)

Partie générique Palier

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, EDF a mis en œuvre un ensemble d'Etudes Probabilistes de Sûreté dites de Niveau 2, intégrant les retombées d'instruction des EPS de Niveau 2 développées dans le cadre des 3^{èmes} RP des Paliers 900 MWe puis 1300 MWe.

Ces études ont pour objectif d'évaluer le risque de rejets et de positionner le niveau de sûreté de l'installation. De plus, EDF s'est fixée un objectif de réduction de la fréquence des scénarios menant notamment à des rejets précoces et importants ou au percement du radier.

L'EPS de Niveau 2 est développée à partir des scénarios développés dans le modèle EPS de Niveau 1. La méthodologie est reconduite du 3^{ème} RP 1300, dont les données d'entrée sont rappelées ci-dessous :

- Evaluation de la tenue de l'enceinte : l'étude du comportement de l'enceinte de confinement au-delà des conditions de dimensionnement est une étape importante dans le développement d'une EPS de niveau 2. Les études mécaniques de structure réalisées pour l'EPS de niveau 2 permettent de caractériser les différents modes de ruine de l'enceinte de confinement possibles afin d'établir une distribution probabiliste de la tenue de l'enceinte (courbe de fragilité).

- Phénoménologie « *Accident avec fusion du cœur* » : compte tenu de son objectif d'évaluation du risque de rejets sous le double aspect fréquence / amplitude, l'EPS de niveau 2 modélise les différents modes possibles de perte de confinement. Parmi eux, l'occurrence des phénomènes physiques susceptibles de survenir en situation d'accident avec fusion du cœur joue un rôle important. Les études phénoménologiques sont alimentées par des données issues de l'état de l'art international identifiées dans les études déterministes, ainsi que par des résultats obtenus avec des codes de calcul dédiés.
- Facteur Humain : à l'exception de quelques actions prescrites en Conduite Incidentelle - Accidentelle, les missions modélisées sont principalement issues de la conduite en accident avec fusion du cœur. L'évaluation probabiliste du facteur humain est réalisée à l'aide d'une méthode de quantification permettant de tenir compte des spécificités des différents systèmes de conduite rencontrés en situation de crise (équipe de conduite, puis équipe locale de crise, et enfin équipe de crise nationale) et des délais disponibles pour réaliser l'action.
- Fiabilité des systèmes valorisés pour limiter les conséquences de l'accident avec fusion du cœur.

Chaque séquence fonctionnelle aboutit à une conséquence appelée « *catégorie de rejets* ». Ces catégories de rejets permettent de regrouper les scénarios accidentels qui sont considérés d'un niveau comparable sur le plan des rejets :

- rejets « *voie air* » :
 - R1 : rejets précoces et importants ; il s'agit de l'ensemble des séquences avec rupture franche ou bipasse de l'enceinte avant 24 heures (mode β), rupture enceinte induite par des phénomènes d'accident avec fusion du cœur (dont les RTGV induites), dilutions hétérogènes avec transitoire de criticité prompte, fusions avec bipasse. Cette catégorie regroupe également les rejets en cas de découvrage d'un ou plusieurs assemblages de combustible dans le BK, qui est le critère de découplage retenu par EDF vis-à-vis du risque de rejets massifs pour le BK,
 - R2 : rejets tardifs non filtrés ; il s'agit des séquences avec rupture de l'enceinte après 24 heures suite à sa pressurisation lente (échec de l'ouverture ou défaillance du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte),
 - R3 : rejets tardifs filtrés ; il s'agit des séquences avec mise en œuvre du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte,
 - R4 : rejets limités avec confinement intègre,
 - RD : rejets de type dimensionnement (rejets d'importance et de cinétique cohérentes avec des accidents de dimensionnement ou des accidents du Domaine Complémentaire).

Il s'agit de rejets par voie aérienne via la partie courante de l'enceinte.

- rejets « *voie eau* » :
 - RP : radier percé ; il s'agit de l'ensemble des séquences avec relocalisation du cœur en cuve menant au percement de la cuve puis à celui du radier à terme,
 - RI : radier intègre ; il s'agit de l'ensemble des séquences sans percement du radier.

Pour répondre aux objectifs, une attention particulière est portée aux rejets R1 et RP.

Les suites de l'instruction du 3^{ème} RP 1300 sont prises en compte et intégrées conformément aux actions prises par EDF. Les évolutions méthodologiques notables par rapport au 3^{ème} RP du Palier 1300 MWe portent sur les thèmes suivants :

- combustion H₂ (ou CO) : consolidation par des études de sensibilité sur le risque de combustion dans l'enceinte de confinement, y compris lors de la phase cœur fondu hors cuve,

- risque de RTGV induite et Rupture Branche Chaude induite : amélioration de la méthodologie utilisée dans l'EPS 3^{ème} RP 1300,
- soulèvement de la cuve : le risque de bipasse du confinement au niveau des traversées de l'enceinte suite à un éventuel soulèvement de la cuve a été pris en compte en cohérence avec les études de l'EPR de Flamanville 3,
- interaction Corium-Béton (ICB) : évolution de la modélisation suite aux derniers essais,
- rejets des accidents de dimensionnement : un regroupement de catégories de rejet est introduit afin de traiter les scénarios des accidents de dimensionnement et du Domaine Complémentaire.

EPS N2 « Événements Internes »

Cette EPS évalue la nature et le risque de rejets radioactifs des séquences réputées mener à l'endommagement du combustible dans l'EPS de niveau 1 « Événements Internes », ainsi que les séquences de bipasse sans fusion.

Rejets précoces (R1)

La fréquence de rejets précoces a été divisée par un facteur 2. Cette amélioration est essentiellement liée à la réalimentation par le DUS des vannes électriques d'isolement enceinte (PNPE0073 et PNPE0068), ce qui renforce la maîtrise du confinement en cas de perte totale des sources électriques. Le risque de rejets précoces est de l'ordre de quelques 10^{-7} / année.réacteur, ce qui représente moins de 10 % du risque de fusion du cœur de l'EPS événements internes N1 4^{ème} RP 900, et ce qui rend le risque de rejets précoces et importants extrêmement improbable.

Radier Percé (RP)

La fréquence annuelle de percement du radier, évaluée à quelques 10^{-6} / année.réacteur à l'issue du 3^{ème} RP 900, a été réduite lors du 4^{ème} RP 900 grâce aux dispositions d'étalement à sec et de renoyage du corium (PNPP0976) associées à la mise en place du dispositif EAS-ND (PNPP0811) et de la Source Froide Noyau Dur qui permet notamment le refroidissement à long terme du corium. Ces dispositions matérielles et, pour les transitoires les plus rapides, une conduite adaptée au renoyage du corium s'appuyant sur la mesure de détection de percement de la cuve permettent la stabilisation du corium sur le radier et l'évacuation de la puissance résiduelle hors de l'enceinte. La probabilité de percement du radier est ramenée à une fréquence de l'ordre de quelques 10^{-7} / année.réacteur, ce qui répond à l'objectif d'éviter des effets durables dans l'environnement.

EPS N2 « Agressions »

❖ Démarche générale

Les principales agressions ont été modélisées ce qui constitue une première sur le parc, et place EDF au meilleur état de l'art sur les agressions incendie, inondation interne et séisme.

En premier lieu, les séquences de fusion consécutives à une agression et présentant une typologie accidentelle similaire (état initial de la chaudière, initiateur, scénario menant à la fusion du cœur) sont regroupées en Etats Dégradés de l'Installation (EDI) auxquels est associé un scénario dit « *Accident avec fusion du cœur* ».

Chaque scénario « *Accident avec fusion du cœur* » prend en compte les moyens de mitigation, les différents phénomènes d'accident avec fusion du cœur pouvant être induits par l'état du cœur et les différents modes potentiels de perte de confinement pouvant conduire à des rejets radioactifs.

Dans un second temps, les impacts fonctionnels des différents scénarios liés à l'agression étudiée (incendie, inondation interne, séisme) menant à la fusion du cœur sur les matériels cibles participant à la mitigation de l'accident avec fusion du cœur et à la limitation des rejets radioactifs, sont caractérisés et modélisés de la même manière que pour l'EPS agression N1 considérée (incendie, inondation interne, séisme).

Une quantification du risque de rejets radioactifs, suite à l'agression étudiée, est ensuite réalisée en regroupant par catégorie de rejets les conséquences des scénarios accidentels selon la même approche que celle utilisée pour l'EPS Evénements Internes N2.

❖ EPS incendie N2

Les résultats de l'EPS incendie N2 indiquent que l'agression incendie n'impacte pas au premier ordre les matériels valorisés dans la gestion d'un accident avec fusion du cœur puisque la répartition des différents risques de rejets étudiés est similaire aux ordres de grandeurs de l'EPS Evénements Internes N2.

A court terme, le confinement est assuré par l'intégrité de la troisième barrière et permet d'éviter les rejets R1 dans une grande majorité des cas. La dépressurisation de l'enceinte par le dispositif de décompression-filtration de l'enceinte permet de maintenir son intégrité sur le long terme, et un bon niveau de confinement des produits de fission. La possibilité de renvoyer le corium par la mise en œuvre de la disposition EAS-ND en complément du refroidissement par l'EAS, permet de diminuer le risque de percement du radier par le corium.

Suite à l'instruction menée dans le cadre du GP EPS :

- En application de la prescription [AG-C-I] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, EDF protège, à l'égard des agressions d'origine interne, les composants de la chaîne de mesure « gamme large » de la pression de l'enceinte de confinement situés dans les principaux locaux électriques de la voie de sûreté B (TCDI0083).
- Afin de renforcer la disponibilité de l'EAS-ND, une consigne de conduite APE demandant l'ouverture en local des vannes permettant la mise en service du dispositif EAS-ND en cas de perte de leur alimentation électrique est prévue.

Rejets précoces (R1)

Les principaux contributeurs au risque de rejets R1 font suite à des scénarios d'incendie dans le bâtiment électrique lorsque le réacteur est en puissance. En effet, dans certaines situations, un incendie dans le bâtiment électrique pourrait engendrer la perte de la voie électrique A et des alimentations électriques externes. Néanmoins, dans cette situation, la redondance des moyens d'isolement des traversées enceinte et la mission de fermeture en local des vannes d'isolement enceinte lorsqu'elle n'est pas affectée par l'incendie permettent d'obtenir un risque de rejets R1 résiduel de l'ordre de 10^{-7} / année.réacteur.

Radier Percé (RP)

Les principaux contributeurs au risque de rejets RP font suite à des scénarios d'incendie dans le bâtiment électrique, lorsque le réacteur est en puissance.

Les rejets RP sont principalement liés à une indisponibilité de l'EAS suite à la perte d'une voie EAS induite par l'incendie et la défaillance intrinsèque de l'autre voie.

Néanmoins, la mise en œuvre des dispositions de stabilisation du corium et l'EAS-ND permettent d'atteindre un risque de rejets RP de l'ordre de 10^{-6} / année.réacteur.

❖ EPS inondation interne N2

Les résultats de l'EPS inondation interne N2 indiquent que l'agression inondation interne n'impacte pas significativement les matériels valorisés dans la gestion de l'accident avec fusion du cœur : en effet, la répartition des différents rejets étudiés est similaire aux ordres de grandeur de l'EPS Evénements Internes de niveau 2. A court terme, le confinement est assuré par l'intégrité de la troisième barrière et permet d'éviter les rejets R1 dans une grande majorité des cas. La dépressurisation de l'enceinte par le dispositif de décompression-filtration de l'enceinte permet de maintenir son intégrité sur le long terme et un bon niveau de confinement des produits de fission.

La possibilité de renoyer le corium par la mise en œuvre des dispositions de stabilisation du corium et EAS-ND en plus du refroidissement par l'EAS, permet de diminuer le risque de percement du radier par le corium.

Suite à l'instruction menée dans le cadre du GP EPS, en application de la prescription [AG-C-I] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, EDF protège, à l'égard des agressions d'origine interne, les composants de la chaîne de mesure « gamme large » de la pression de l'enceinte de confinement situés dans les principaux locaux électriques de la voie de sûreté B (TCDI0083).

Rejets précoces (R1)

Pour les états réacteur en puissance, les principaux contributeurs au risque de rejets R1 font suite à des scénarios d'inondation interne dans le bâtiment électrique. En effet, dans certaines situations, une inondation dans le bâtiment électrique peut engendrer une Perte Totale des Alimentations Electriques (H3) de la tranche. Néanmoins, dans cette situation, la mission de fermeture en local des vannes d'isolement enceinte n'est pas affectée par l'inondation, et permet de réduire significativement le risque de rejets R1.

En états d'arrêt, la principale contribution au risque de rejets R1 est portée par l'échec de la refermeture du tampon d'accès matériel, qui est indépendante de l'agression de la tranche par l'inondation.

Le risque de rejets R1 est évalué de l'ordre de 10^{-7} / année.réacteur.

Radier Percé (RP)

Les principaux contributeurs au risque de rejets RP font suite à des scénarios d'inondation interne dans le Bâtiment Electrique, lorsque le réacteur est en puissance.

Les rejets RP sont principalement liés à une indisponibilité de l'EAS générée par l'inondation. Cependant, la mise en œuvre des dispositions de stabilisation du corium et l'EAS-ND ainsi que l'implantation de siphons de sol dans les locaux électriques sensibles (modification « Protection inondation interne – création de siphons de sol dans le local LHA » PNPE0163 sur les tranches 3 et 5 du Palier CP0-BUGEY, visant à prévenir toute inondation issue d'une brèche sur le circuit incendie JPL dans le local du tableau LHA, au plancher 4 du Bâtiment Electrique ; non nécessaire sur les tranches 2 et 4 du fait de leurs différences d'installation), permettent de réduire le risque de rejets RP.

Le risque de percement du radier RP est de l'ordre de quelques 10^{-7} / année.réacteur.

❖ EPS Séisme N2

Le séisme impacte l'ensemble de l'installation et les structures de manière simultanée.

Rejets précoces (R1)

Pour les niveaux de séisme bien au-delà des référentiels de sûreté allant jusqu'au niveau du SND, le risque de rejets R1 est porté par des scénarios de perte des alimentations électriques extérieures du fait du séisme couplé à la défaillance des moyens de secours sur cause interne ou sismique. Le Noyau Dur et l'isolement manuel de l'enceinte permettent néanmoins d'assurer le confinement.

Radier Percé (RP)

Pour les niveaux de séisme bien au-delà des référentiels de sûreté allant jusqu'au SND, le risque de rejet RP est porté par des scénarios de perte des alimentations électriques extérieures du fait du séisme couplé à la défaillance des moyens de secours sur cause interne ou sismique. Le Noyau Dur et le dispositif d'étalement passif du corium puis son renoyage permettent d'assurer la prévention du percement du radier.

En considérant une plage d'intensité sismique couvrant des périodes de retour allant jusqu'à 150 000 ans, l'EPS Séisme N2 du Bugey évalue :

- Le risque de rejets « *voie air* » précoces (R1) suite à la fusion du cœur après un séisme sur une tranche représentative du Bugey à quelques 10^{-6} / année.réacteur,
- Le risque de rejets « *voie eau* » (RP) suite à un séisme sur une tranche représentative du Bugey à quelques 10^{-6} / année.réacteur.

Les dispositions Noyau Dur faisant suite aux prescriptions techniques de l'ASN de 2012 puis 2014 (cf. Volet I – Chapitre 2 - Section 7) valorisées en prévention et en mitigation de la fusion permettent de limiter notablement les risques de rejets importants « *voie air* » et « *voie eau* » pour des niveaux sismiques significativement supérieurs aux aléas pris en compte au dimensionnement (de l'ordre du niveau du séisme SND).

Le risque de rejets « *voie air* » porté par les niveaux d'accéléérations sismiques égaux ou inférieurs au SND représente moins de 10 % du risque global, et les risques de rejets « *voie eau* » portés par ces niveaux représentent moins de 7 % du risque global.

La contribution des séismes au-delà du SND est alors prépondérante dans ce risque. Pour des niveaux de séisme très largement supérieurs au SND, le risque de rejets est donné directement par la fréquence de l'aléa sismique compte tenu de l'impossibilité de mettre en œuvre des moyens de prévention ou de mitigation de la fusion du cœur. Les méthodologies visant à assurer une estimation enveloppe de la probabilité d'occurrence de ces séismes, le poids de ces séismes est représentatif de la limite des méthodologies mises en œuvre pour évaluer la probabilité de ces phénomènes dans des pays peu sismiques comme la France et non du risque associé à ces séismes.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La réalisation de la modification PNPE0163 « Protection inondation interne – création de siphons de sol dans le local LHA » est nécessaire sur les tranches impaires du site (installation non symétrique sur les paires de tranches). Elle est donc requise en tranche 3.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPE0163 « Protection inondation interne - création de siphons de sol dans le local LHA » a été intégralement réalisée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. Les impacts documentaires de cette modification ont été pris en compte.

Les modifications :

- PNPE0068 « Mise en place d'une distribution électrique Noyau Dur »,
- PNPE0073 « Mise en place d'un contrôle commande Noyau Dur pour les matériels existants »,
- PNPP0811 « Mise en place d'un système EAS-ND d'injection d'eau au primaire et d'évacuation de la puissance résiduelle »,
- PNPP0976 « Mise en place d'un dispositif d'étalement à sec et de stabilisation du corium sous eau »,

sont en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900. Les impacts documentaires de ces modifications seront également pris en compte.

La modification TCDI0083 « Protection des composants de la chaîne de mesure « gamme large » de la pression de l'enceinte de confinement situés dans les principaux locaux électriques de la voie de sûreté B » sera déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase « Compléments » des modifications du 4^{ème} RP 900.

4.3 CONCLUSION

Dans le domaine des situations d'accidents avec fusion du cœur, EDF met en œuvre une approche d'études déterministes (jusqu'au calcul des conséquences radiologiques) et probabilistes (évaluation des risques de rejets) pour se positionner sur les améliorations de sûreté à apporter pour répondre aux objectifs du réexamen.

Ainsi, dans le cadre du 4^{ème} RP 900, les dispositions suivantes viennent compléter les dispositions existantes :

- la disposition EAS-ND qui permet d'assurer le refroidissement du corium en cuve ou hors cuve et d'évacuer la puissance résiduelle hors du BR sans recourir à l'ouverture du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte,
- la disposition de stabilisation du corium basée sur un étalement à sec du corium sur le radier du BR puis son renoyage, qui permet de réduire le risque de perte du confinement par percement du radier,
- la collecte des fuites des organes les plus sensibles du circuit EAS-ND qui permet d'améliorer le confinement en situation d'accident avec fusion du cœur,
- le renforcement des hublots des sas du BR qui permet d'améliorer le confinement de l'enceinte en situation d'accident avec fusion du cœur.

De manière déterministe, ces modifications permettent ainsi une réduction significative des doses à la population.

En complément, en application de la prescription [AG-D] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, EDF met en œuvre les dispositions suivantes :

- la réinjection dans le BR des effluents présents dans les puisards du BK, qui permet de réduire la dissémination d'éventuelles fuites liquides,
- la disposition de décontamination de l'eau du BR, qui permet de réduire l'impact d'éventuelles fuites liquides.

Sur le plan probabiliste, les dispositions mises en place dans le cadre du 4^{ème} RP 900 permettent de rendre les rejets précoces et importants suite à la fusion du cœur pour l'EPS Evénements Internes extrêmement improbables.

Enfin, EDF a réalisé dans le cadre du 4^{ème} RP 900 un ensemble d'études EPS dites de Niveau 2 pour les agressions, ce qui constitue le meilleur niveau des standards internationaux dans ce domaine.

SECTION 5 : MAITRISE DES RISQUES CONVENTIONNELS

5	MAITRISE DES RISQUES CONVENTIONNELS.....	213
5.1	OBJECTIF	213
5.2	REPOSE A L'OBJECTIF.....	213
5.3	CONCLUSION	216

5 MAITRISE DES RISQUES CONVENTIONNELS

5.1 OBJECTIF

Objectif : Maitriser les risques d'accidents conventionnels

L'arrêté du 7 février 2012 modifié dit « *Arrêté INB* » a élargi le champ de la démonstration de sûreté nucléaire aux risques d'accidents conventionnels sur les intérêts à protéger. Le terme « *accident conventionnel* » est utilisé pour qualifier un accident pouvant avoir des conséquences non radiologiques et/ou faiblement radiologiques⁵. Leur maîtrise doit être obtenue par la maîtrise des fonctions de sûreté suivantes :

- le confinement des substances dangereuses et radioactives,
- la protection des personnes et de l'environnement contre les effets toxiques, les effets de surpression, les effets thermiques et les effets liés à l'impact de projectiles.

5.2 REPONSE A L'OBJECTIF

Partie générique Palier

Dans le cadre d'une démarche proportionnée aux enjeux, l'analyse de risque est adaptée aux potentiels de dangers présents dans l'installation. Elle s'appuie essentiellement sur les méthodologies et pratiques issues des installations de type ICPE et se décline selon les principales étapes suivantes :

- une description et une caractérisation du site et de son environnement,
- une identification et une caractérisation des potentiels de dangers,
- une analyse du retour d'expérience,
- une évaluation des risques.

Cette évaluation des risques est menée suivant trois étapes :

❖ Etape 1 : Analyse préliminaire des risques

Préalablement, les potentiels de dangers ont été identifiés et caractérisés au travers des effets qu'ils peuvent générer sur les intérêts à protéger : effets thermiques, effets toxiques par voie air/eau, effets de surpression, effets faiblement radiologiques, effets liés à l'impact de projectiles, et au travers des effets dominos qu'ils peuvent engendrer.

Sur la base de cet inventaire des potentiels de dangers, l'analyse préliminaire des risques permet d'identifier les scénarios d'accidents enveloppes susceptibles de générer des effets sur les intérêts à protéger.

Outre l'identification des scénarios potentiels d'accidents, l'analyse préliminaire des risques permet d'identifier les différentes dispositions pour la maîtrise des risques conventionnels.

⁵ Les accidents pouvant avoir des conséquences faiblement radiologiques concernent certaines installations conventionnelles.

❖ Etape 2 : Caractérisation de l'intensité des effets

L'étape 2 est menée sur les scénarios d'accidents sélectionnés à l'issue de l'analyse préliminaire des risques.

Pour les effets par voie aérienne liés aux risques conventionnels :

Les effets des phénomènes dangereux sont étudiés de manière déterministe et réaliste. La caractérisation de l'intensité de ces effets permet de conclure à la nécessité ou non d'effectuer une analyse approfondie des risques telle que détaillée à l'étape 3.

Pour les effets non radiologiques par voie aérienne, l'intensité des effets est évaluée par rapport aux valeurs de référence figurant dans l'annexe II de l'arrêté du 29 septembre 2005 conformément aux dispositions du II de l'article 3.7 de l'arrêté du 7 février 2012 modifié.

Concernant les effets liés à l'impact d'un projectile, conformément à l'annexe II de l'arrêté du 29 septembre 2005 et à la circulaire du 10 mai 2010, ceux-ci ne sont considérés qu'au regard des éventuels effets dominos sur les installations du site situées dans le voisinage proche.

Concernant les effets faiblement radiologiques par voie air, leur acceptabilité vis-à-vis des intérêts à protéger est démontrée à travers l'analyse des conséquences radiologiques des incidents et accidents de dimensionnement.

En l'absence de dépassement des valeurs de référence pour les effets non radiologiques sur les intérêts à protéger, le scénario d'accident par voie aérienne étudié est considéré maîtrisé. Dans le cas contraire, une analyse approfondie des risques est réalisée.

Pour les effets par voie liquide liés aux risques conventionnels :

Pour les effets toxiques ou faiblement radiologiques sur l'environnement par voie eau, en l'absence de seuil quantitatif de référence, la gravité potentielle des conséquences sur l'environnement par voie eau est évaluée de manière qualitative. La maîtrise des risques est, dans ce cas, démontrée à travers la mise en place de dispositifs de confinement passifs adaptés. Ces dispositifs constituent l'ultime barrière pour la protection de l'environnement et sont donc définis comme Eléments Importants pour la Protection des intérêts (EIP). Une démarche proportionnée aux enjeux, basée sur la dangerosité des substances liquides et sur les quantités entreposées, permet d'identifier des substances « *à enjeu environnemental méritant attention* ». Pour ces substances, les EIP sont étendus aux équipements actifs contribuant au confinement liquide. D'autre part, en tant qu'organes de confinement ultimes avant rejet dans l'environnement, les obturateurs sur le réseau d'eaux pluviales SEO constituent également des EIP.

❖ Etape 3 : Analyse approfondie des risques

Pour chaque scénario d'accident conventionnel ayant potentiellement des effets non radiologiques par voie aérienne sur les intérêts à protéger, une analyse approfondie des risques est menée. Celle-ci vise à déterminer la probabilité d'occurrence de l'accident et la gravité des conséquences. La gravité des conséquences est la combinaison de l'intensité des effets et de la vulnérabilité des cibles situées dans la zone exposée à ces effets, en tenant compte de la cinétique du phénomène.

En fonction de leur niveau de probabilité et de gravité, les scénarios d'accident sont ensuite positionnés dans la grille de hiérarchisation des risques utilisée pour les ICPE. Cette grille fait apparaître trois zones :

- une zone de risque élevé, zone rouge, où le risque est considéré comme inacceptable. Il est alors nécessaire de prendre des mesures de réduction du niveau de risque,

- une zone de risque intermédiaire, zone orange, où le risque est tolérable mais dans laquelle une démarche d'amélioration est à envisager, en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que raisonnablement possible, compte tenu de l'état des connaissances, des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation,
- une zone de risque moindre, zone verte, où le risque est acceptable en l'état.

L'analyse est menée d'une manière itérative avec l'étape 2 selon un ou plusieurs des trois leviers suivants jusqu'à démontrer l'acceptabilité du risque :

- réduction du risque à la source,
- affinement du scénario,
- identification et valorisation de mesures de maîtrise des risques (prévention, surveillance, mitigation) en vue de diminuer l'occurrence et/ou les conséquences du scénario d'accident.

Les deux derniers leviers font intervenir l'ensemble des initiateurs plausibles. Ces derniers comprennent notamment les agressions internes, agressions externes et cumuls plausibles.

Parmi les mesures de maîtrise des risques potentiellement identifiées, celles strictement nécessaires à la démonstration de sûreté constituent des Eléments et Activités Importants pour la Protection des intérêts (EIP et AIP). Les fonctions portées par ces mesures ne doivent pas être remises en cause par les initiateurs et effets associés aux scénarios retenus. Les exigences auxquelles doivent satisfaire les EIP et AIP sont ainsi définies.

❖ Synthèse des études

Par application de la démarche précédente, l'étude réalisée à ce jour pour le CNPE du Bugey a permis d'aboutir aux conclusions suivantes :

- Vis-à-vis des risques par voie aérienne :

Un scénario d'incendie généralisé sur une aire de stockage de packings située au niveau de l'installation de traitement et d'entreposage de déchets pathogènes présente un niveau de risque tolérable au regard de la grille de hiérarchisation des risques.

Les situations accidentelles envisagées, à l'exception du cas précédent, n'ont pas d'effets non radiologiques au-delà des limites de site et les conséquences faiblement radiologiques par voie aérienne sont acceptables pour les intérêts à protéger.

Les situations accidentelles postulées ne nécessitent aucune valorisation de fonction pour assurer la protection des intérêts. Il n'est pas identifié d'AIP ou d'EIPr « voie air ».

Concernant les situations accidentelles non radiologiques envisagées pour l'îlot nucléaire et la station de pompage, les dispositions prises au titre de la maîtrise du risque radiologique permettent de conclure à l'absence d'effets vis-à-vis des risques conventionnels au-delà des limites de site.

- Vis-à-vis des risques par voie liquide : pour se prémunir des déversements accidentels de substances dangereuses ou faiblement radioactives liquides dans l'environnement, le confinement des liquides déversés est assuré, cela permet ainsi de garantir la maîtrise des risques. Les dispositifs assurant ce confinement constituent des EIPr « voie eau ».

Les risques conventionnels que présente le CNPE du Bugey vis-à-vis des intérêts à protéger sont maîtrisés.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Il n'y a pas de modification concernant ce thème sur la tranche 3 du CNPE du Bugey.

5.3 CONCLUSION

Les risques conventionnels que présente le CNPE du Bugey vis-à-vis des intérêts à protéger sont maîtrisés. Les éléments concourant à la démonstration de la protection des intérêts vis-à-vis des risques conventionnels font l'objet du statut d'EIP à compter du 4^{ème} RP 900.

SECTION 6 : ETUDES TRANSVERSES

6	ETUDES TRANSVERSES.....	219
6.1	ASPECTS SOCIO-ORGANISATIONNELS ET HUMAINS (SOH).....	219
6.1.1	PRESENTATION DE LA DEMARCHE	219
6.1.2	MISE EN ŒUVRE DANS LE CADRE DU QUATRIEME REEXAMEN PERIODIQUE.....	219
6.1.3	CONCLUSION	221
6.2	ESSAIS DE L'INSTALLATION	221
6.2.1	GENERALITES.....	221
6.2.2	DEMARCHE RELATIVE AUX ESSAIS	222
6.2.2.1	ESSAIS DE REQUALIFICATION	222
6.2.2.2	ESSAIS DECENNAUX SPECIFIQUES	223
6.2.2.3	ESSAIS PERIODIQUES DECENNAUX.....	224
6.2.2.4	ESSAIS REGLEMENTAIRES	226
6.2.2.5	ESSAIS PARTICULIERS	227
6.2.3	CONCLUSION	228
6.3	DOSSIERS DE REFERENCE REGLEMENTAIRE.....	228

6 ETUDES TRANSVERSES

6.1 ASPECTS SOCIO-ORGANISATIONNELS ET HUMAINS (SOH)

6.1.1 Présentation de la démarche

La démarche SOH a pour objectif d'intégrer la connaissance des pratiques de travail existantes dans les choix de conception afin de s'assurer que l'organisation et les personnes seront en mesure d'assimiler les évolutions de l'installation et de l'exploitation.

Ainsi, tout projet d'évolution fait l'objet d'une analyse des risques et d'une identification des changements. Celle-ci comprend une analyse des impacts SOH et des impacts Sécurité (selon les principes de l'INSAG 18). La cartographie des risques et parades associées est mise à jour et examinée périodiquement.

L'enjeu de la démarche SOH est de renforcer la performance, notamment en matière de sécurité, des évolutions (techniques, documentaires, réglementaires, organisationnelles, etc.) mises en œuvre sur le Parc nucléaire, en développant, pour les CNPE des solutions :

- exploitables (faciles d'appropriation et adaptées aux activités existantes),
- fiables (diminuant les risques),
- efficaces (garantissant l'obtention des résultats attendus sur le terrain).

Le principe de la démarche SOH consiste à prendre en compte, dès la conception et par les concepteurs eux-mêmes, les impacts sur les situations de travail individuelles et collectives provoqués par les évolutions réglementaires, techniques, documentaires (référentiels) ou organisationnelles. Cela permet d'agir sur l'ensemble des facteurs susceptibles d'influencer la qualité des résultats et des performances attendues.

6.1.2 Mise en œuvre dans le cadre du quatrième réexamen périodique

Partie générique Palier

L'ampleur et la quantité de modifications envisagées et des impacts associés pour le quatrième réexamen périodique engendrent des évolutions significatives des activités de travail et plus généralement de métiers sur site, qui doivent être anticipées et organisées avec une vision globale de l'ensemble des lots de modifications et d'évolutions de la conduite.

Plus globalement, la démarche SOH mise en œuvre pour le 4^{ème} RP 900 prend en compte les problématiques cumulées des affaires réalisées lors de la TTS du 4^{ème} RP 900.

Ainsi les actions menées portent sur l'organisation du projet, la compétence des acteurs impliqués et les modalités d'analyse des impacts SOH, unitaire et d'ensemble, des dispositions prises dans le cadre du quatrième réexamen.

L'ensemble des concepteurs est sensibilisé aux enjeux des Facteurs Organisationnels et Humains dans les systèmes complexes à risque, et formé à la déclinaison pratique de la démarche SOH. Les concepteurs sont également appuyés par des spécialistes internes (correspondants SOH des services, équipe SOH centrale avec un référent de la tranche) et externes (société de conseil/expertise en FOH).

Au-delà du processus SOH mis en œuvre dans chaque entité, le projet EDF en charge du quatrième réexamen périodique est organisé pour assurer un pilotage et un suivi renforcé de la prise en compte de la dimension SOH des affaires au cours de réunions mensuelles d'animation SOH.

Les impacts identifiés ont permis de focaliser les échanges avec l'exploitant au cours des 20 rencontres SOH organisées sur site dont l'objectif était :

- de s'assurer de la maîtrise des impacts SOH identifiés auprès des métiers concernés,
- d'orienter la conception,
- de caractériser les mesures d'accompagnement à prévoir (définition des besoins de formation).

Sur la base des analyses SOH unitaires, une analyse d'ensemble a ensuite été réalisée, afin de s'assurer de la maîtrise de l'impact global de toutes les modifications sur les différents métiers du CNPE. Elle a mis en évidence que les métiers de la conduite et de la maintenance sont particulièrement concernés, compte tenu du périmètre technique des évolutions prévues. Les interfaces entre les différentes affaires ont été identifiées et les conceptions unitaires ont été coordonnées en conséquence. Ainsi, en complément de la démarche générale, trois domaines ont fait l'objet d'une étude transverse :

- La conduite Noyau Dur : la démarche Exploitabilité Noyau Dur s'attache à vérifier sur le terrain la faisabilité unitaire et globale des actions locales requises en situation Noyau Dur (au sens des PT-ASN) dans les premières 24 heures, avec un site isolé (i.e. ressources locales uniquement) ;
- La salle de commande : l'ensemble des modifications ayant un impact fait l'objet d'un plan d'intégration global, qui permet de définir et de valider les choix de conception vis-à-vis de l'évolution des activités en salle de commande ;
- L'élaboration du programme global de formation : des réunions régulières permettent la concertation entre l'ingénierie, l'organisme de formation, et l'animation métier, pour définir le type de réponse formative à prévoir et l'articulation d'ensemble par rapport aux programmes de formation existants.

A l'issue du premier déploiement (Bugey 2), un Retour d'Expérience (REX) est prévu pour s'assurer de l'efficacité des mesures de conception adoptées et des dispositions d'accompagnement mises en œuvre. Ce REX porte sur la réalisation des travaux ainsi que sur les activités d'exploitation, au travers notamment d'observations *in situ* suite au redémarrage, afin de s'assurer de la maîtrise par les équipes des installations modifiées.

En application de la prescription [FOH-A] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, au plus tard le 31 décembre 2024, EDF évaluera la capacité des systèmes sociotechniques complexes que constituent ses centrales nucléaires à faire face à la diversité des situations réelles d'exploitation. Pour cela, EDF a transmis à l'Autorité de Sûreté Nucléaire, fin 2021, le programme d'études associé. Ce programme intègre, parmi les activités d'exploitation étudiées, celles concourant à la maîtrise de la conformité et à son maintien dans le temps, notamment la détection et le traitement des écarts.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Il n'y a pas de modification concernant ce thème sur la tranche 3 du CNPE du Bugey.

6.1.3 Conclusion

L'ensemble des dispositions qui ont été engagées en conception, en concertation avec l'exploitant et portées tout au long du processus, a permis aux organisations et aux personnes de se préparer à la réalisation de la Visite Décennale et d'intégrer les modifications de l'installation dans l'évolution des activités d'exploitation et de maintenance.

6.2 ESSAIS DE L'INSTALLATION

6.2.1 Généralités

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900 et suite à l'intégration des modifications et aux évolutions du référentiel, il est nécessaire de s'assurer de la sûreté et de la disponibilité de l'installation. Ces vérifications, réalisées lors des essais, contribuent à garantir la conformité au nouveau référentiel en vigueur.

La démarche se décompose en 2 volets :

- des **essais de requalification** des modifications sont définis pour valider la conception et la réalisation sur site de la modification et démontrer l'absence de régression sur le fonctionnement des systèmes en interface,
- au-delà de la démarche élémentaire, une analyse est menée pour s'assurer de l'adéquation des essais réalisés (requalification, EP, autres) au vu d'un nombre important de modifications et de définir, si nécessaire, des **essais décennaux** afin de garantir le comportement global de l'installation compte tenu des exigences et des performances attendues.

De plus, le panel **d'essais périodiques décennaux** (périodicité 10 ans - chapitre IX des RGE) ainsi que les **essais réglementaires**, associés à une visite décennale, sont programmés et réalisés sur toutes les tranches.

Dans le cadre de l'instruction relative aux Essais particuliers, EDF s'est engagée à réaliser un certain nombre d'essais sur les tranches du CNPE du Bugey :

- Des essais ponctuels visant à confirmer l'analyse d'exhaustivité des Essais Périodiques ;
- Des essais ponctuels résultant de la démarche de prise en compte du REX ;
- Des essais ponctuels visant à conforter les hypothèses de modélisation et la qualification des outils de calcul scientifique.

Certains de ces essais répondent à la prescription [CONF-B] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900.

6.2.2 Démarche relative aux essais

6.2.2.1 Essais de requalification

❖ Définition et objectifs des essais de requalification

Les essais de requalification des modifications permettent :

- de vérifier la bonne réalisation d'une modification matérielle sur toutes les tranches conformément à ses spécifications,
- de compléter la validation de la conception d'une modification matérielle par une réalisation sur une tranche tête de série,
- de vérifier la non-régression du fonctionnement de l'installation suite à l'intégration de la modification matérielle en particulier vis-à-vis des équipements non modifiés en interface.

Les essais de requalification sont déterminés à partir d'une analyse d'exhaustivité des essais dont les principes directeurs sont définis par un guide Méthodologique d'Essais dédié.

La démarche, menée sur tous les dossiers, consiste en un examen du périmètre de la modification comprenant :

- une analyse matérielle pour identifier les essais élémentaires des matériels modifiés ou ajoutés,
- une analyse fonctionnelle pour définir les essais fonctionnels sollicitant les matériels dans toutes les configurations requises,
- une analyse de l'impact de la modification sur l'installation en particulier sur les équipements en interface pour définir les essais de non-régression,
- une analyse du périmètre des travaux pour identifier des besoins d'essais complémentaires en cas de dépose ou de déconnexion d'équipements pour la réalisation de l'intervention.

La réussite de chaque essai, ainsi défini, est conditionnée au respect de critères associés à une catégorie selon leur importance vis-à-vis de la démonstration de la disponibilité d'une fonction de sûreté ou importante pour la sûreté.

Chaque modification fait l'objet d'un Programme de Principe de Requalification (PPR) et de Procédures d'Exécution d'Essais (PEE).

Les objectifs du programme de principe de requalification sont de fournir :

- la démonstration, à travers l'analyse d'exhaustivité, que le programme de requalification couvre l'ensemble des fonctions qui participent à la protection des intérêts impactés par la modification,
- la justification des essais et du classement des critères associés,
- une description sommaire de l'ensemble des procédures prévues avec leur enchaînement,
- la traçabilité des évolutions des procédures d'essais et de leur applicabilité sur site.

Les procédures d'exécution d'essais sont des documents opératoires qui définissent, dans le détail, chacun des essais prévus dans le PPR et qui comportent notamment les critères d'acceptation des essais.

Les essais sont réalisés à la fin des travaux, après avoir obtenu la garantie que l'installation modifiée est bien conforme et prête à subir ces essais (récolement fonctionnel).

❖ Mise en œuvre des essais de requalification

Les essais de requalification sont définis et sont mis en œuvre lors de l'intégration de chaque modification. Les résultats des essais sont analysés à la suite de leur réalisation. L'essai est satisfaisant s'il s'est entièrement déroulé et si l'ensemble des critères participant à la démonstration de la disponibilité d'une fonction de sûreté ou importante pour la sûreté est bien respecté. Le respect des critères en lien avec les fonctions de sûreté ou les fonctions importantes pour la sûreté impactées par les modifications permet de s'assurer de la disponibilité de l'installation pour son exploitation.

6.2.2.2 Essais décennaux spécifiques

❖ Définition et objectifs des essais décennaux spécifiques

La démarche de définition des essais décennaux est fondée sur une approche transverse aux dossiers de modifications permettant d'analyser les problématiques liées à l'intégration de plusieurs modifications relatives à de mêmes équipements, sur une analyse de la représentativité des essais réalisés au premier démarrage des tranches et sur la vérification de la complétude du programme d'essais périodiques.

Les essais décennaux sont appliqués sur une tranche, sauf si les résultats ne sont pas représentatifs des autres tranches ; auquel cas, ils peuvent être appliqués sur plusieurs tranches.

La méthodologie est menée suivant les axes d'analyse suivants :

- Axe 1 : analyse de l'exhaustivité des requalifications mises en œuvre sur les modifications intégrées à l'occasion du réexamen périodique, en considérant les cas d'équipements modifiés dans le cadre de plusieurs dossiers ;
- Axe 2 : vérification de l'adéquation des essais de requalification élaborés dossier par dossier vis-à-vis de la prise en compte des thèmes transverses (température extrême air, température extrême eau, gestion des départs électriques) ;
- Axe 3 : analyse de la représentativité des essais de premier démarrage après intégration des modifications depuis le précédent réexamen ;
- Axe 4 : analyse de la complétude du programme d'essais périodiques ;
- Axe 5 : analyse du REX des événements significatifs de sûreté ;
- Axe 6 : analyse des évolutions de stratégies de conduite.

❖ Mise en œuvre des essais décennaux spécifiques

La démarche, explicitée ci-dessus, a été appliquée en prenant en compte les modifications intégrées en phase A du 4^{ème} RP 900. Celle-ci sera reconduite à l'échéance de la phase B du 4^{ème} RP 900 et, en fonction des résultats obtenus, des essais décennaux seront potentiellement réalisés.

Les essais décennaux pour le 4^{ème} RP 900 sont définis conformément à la méthodologie idoine qui s'appuie sur les données d'entrée suivantes : le REX des précédents exercices tous Paliers des essais décennaux, la nature des modifications mises en œuvre depuis le 3^{ème} RP et celles envisagées au 4^{ème} RP 900 (phase A), la liste des essais de premier démarrage du Palier CPO Bugey, les évolutions intellectuelles associées au 4^{ème} RP 900 et la teneur du programme d'essais périodiques du Palier CPO Bugey.

Essais valides pour toutes les tranches du Palier CP0 Bugey

Ces essais ont été appliqués à un seul réacteur et ont pour vocation de valider l'ensemble des réacteurs de Bugey. Ces essais ont été réalisés sur la tranche 2 du CNPE du Bugey qui constitue la Tranche Tête de Série CP0 (TTS CP0) du 4^{ème} RP 900.

Les analyses menées suivant les six axes explicités ci-avant se concluent par la réalisation de l'essai TTS spécifique suivant :

Essai du bon fonctionnement de la nouvelle distribution électrique issue du groupe électrogène d'ultime secours

L'objectif de cet essai est de valider la bonne conception de la nouvelle distribution électrique Noyau Dur par la mise sous tension de tous les tableaux électriques secourus par le groupe électrogène d'ultime secours.

Les résultats de l'essai sont conformes à l'attendu et valident ainsi l'ensemble des réacteurs du Palier CP0 Bugey.

Essais réalisés sur la tranche 3 du CNPE du Bugey

Les analyses menées suivant les six axes explicités ci-avant se concluent par la réalisation des essais suivants :

Essai de refroidissement de la piscine combustible par le dispositif « PTR bis »

L'objectif de cet essai est de vérifier le bon refroidissement de la piscine combustible au travers du système mobile de refroidissement alimenté en eau brute au niveau de la source froide par une pompe immergée dans le canal d'amenée.

Les résultats de l'essai sont conformes aux attendus.

Essai transposé de la pompe EAS-ND en recirculation sur puisard

L'objectif de cet essai est de vérifier le bon fonctionnement de la disposition EAS-ND dans une configuration proche de la recirculation sur puisard, c'est-à-dire au travers d'une manchette reliant la bride de refoulement puisard à la ligne d'essai EAS voie B (retour bêche PTR).

Les résultats de l'essai sont conformes aux attendus.

6.2.2.3 Essais périodiques décennaux

❖ Définition et objectifs des essais périodiques décennaux

Le rôle des essais périodiques est de s'assurer de la disponibilité des systèmes EIPS avec un degré de confiance conforme aux attendus. Ils sont requis au titre des Règles Générales d'Exploitation (RGE). Ce degré de confiance est bâti sur :

- L'exhaustivité du programme d'essais périodiques ;
- La bonne représentativité des modalités de l'essai ;
- La pertinence des critères d'acceptabilité des essais ;
- Une périodicité adaptée à la nature, aux modalités des essais et aux risques de défaillance des systèmes testés.

Certains essais sont réalisés à l'occasion de chaque Visite Décennale. Ils sont définis sur la base de la fiabilité intrinsèque des systèmes à tester ainsi que de la nature et des modalités des essais renforcées par le retour d'expérience.

Les essais réglementaires, tels que ceux requis au titre de la réglementation des appareils à pression, sont normalement exclus de cette typologie. Ils sont néanmoins présentés dans ce chapitre en tant que requis réglementaire (cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 6 – § 6.2.2.4).

❖ **Mise en œuvre des essais périodiques décennaux sur la tranche 3 du CNPE du Bugey**

Circuit de décompression et de filtration de l'atmosphère de l'enceinte :

L'objectif est de contrôler le débit du dispositif U5 pour dépressuriser l'enceinte de confinement. L'essai sera réalisé sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avant le redémarrage de la tranche à l'issue de sa 4^{ème} visite décennale.

Essai de réalimentation des GV par ANG en situation H3 par DCC-LH en secours de l'ASG :

L'objectif est de vérifier la capacité fonctionnelle des pompes ANG à alimenter les GV. L'essai sera réalisé sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avant le redémarrage de la tranche à l'issue de sa 4^{ème} visite décennale.

Réalimentation manuelle des ventilateurs des locaux électriques (DVLd) :

L'objectif est de contrôler la réalimentation électrique des ventilateurs DVLd. L'essai est satisfaisant.

Ouverture sous plein delta de pression des vannes d'aspersion enceinte :

L'objectif est de contrôler le bon fonctionnement et le temps d'ouverture des vannes d'aspersion enceinte. L'essai est satisfaisant.

Essai de la pompe EAS-ND en injection primaire cuve ouverte :

L'objectif est de contrôler le bon fonctionnement de EAS-ND en injection primaire cuve ouverte. L'essai sera réalisé sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avant le redémarrage de la tranche à l'issue de sa 4^{ème} visite décennale.

Essai de la pompe EAS-ND en injection puisards BR :

L'objectif est de contrôler le bon fonctionnement de EAS-ND en injection puisards BR. L'essai sera réalisé sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avant le redémarrage de la tranche à l'issue de sa 4^{ème} visite décennale.

Essai d'étanchéité des vannes de la ligne d'essai de la pompe EAS-ND :

L'objectif de l'essai est de s'assurer de l'étanchéité interne des vannes d'isolement de la ligne d'essai du circuit EAS-ND. L'essai sera réalisé sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avant le redémarrage de la tranche à l'issue de sa 4^{ème} visite décennale.

Essai de manœuvrabilité au TPL de l'opercule des vannes RIS :

L'objectif de l'essai est de s'assurer de la manœuvrabilité de l'opercule des vannes RIS 001, 002 et 003 VP, de s'assurer de la non-obstruction des lignes de décharge, et de vérifier le coefficient de perte de charge des lignes d'accumulateurs. L'essai est satisfaisant.

Essai de manœuvrabilité des clapets RIS :

L'objectif est de contrôler la manœuvrabilité des vannes et des clapets participant à la décharge des accumulateurs RIS, ainsi que la non obstruction des lignes et le coefficient de décharge des accumulateurs. L'essai est satisfaisant.

Essai de vérification du débit de dilution SED sur les déminéraliseurs TEP et RCV :

L'objectif de cet essai est de déterminer le diamètre de perçage d'un diaphragme inséré sur les lignes SED afin de limiter le débit d'injection SED dans le circuit primaire. L'essai sera réalisé sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avant le redémarrage de la tranche à l'issue de sa 4^{ème} visite décennale.

Epreuve de l'enceinte de confinement :

L'objectif de l'épreuve de l'enceinte de confinement est de vérifier le respect du critère de taux de fuite global admissible de l'enceinte ainsi que la déformation de la structure linéaire mesurée à différents paliers de pression. L'épreuve de l'enceinte sera réalisée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avant la divergence de la tranche à l'issue de sa 4^{ème} visite décennale.

Mesure du débit d'aspersion pressuriseur :

L'objectif est de vérifier que l'efficacité de l'aspersion normale du pressuriseur est conforme. L'essai sera réalisé sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avant le redémarrage de la tranche à l'issue de sa 4^{ème} visite décennale.

Réalimentation de la bache ASG par SER en gravitaire et par pompe SER :

L'objectif est de contrôler le maintien des performances de la fonction d'appoint en gravitaire de la bache ASG par la bache SER. L'essai sera réalisé sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avant le redémarrage de la tranche à l'issue de sa 4^{ème} visite décennale.

Basculement automatique de l'alimentation sur le tableau d'intertranche LKW :

L'objectif de cet essai est de vérifier le basculement automatique de l'alimentation sur LKW (BUG) consécutif au non-démarrage d'un turboalternateur de secours (TAS). L'essai sera réalisé sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avant le redémarrage de la tranche à l'issue de sa 4^{ème} visite décennale.

Surveillance atmosphérique des Recombineurs Autocatalytiques Passifs (RAP) :

L'objectif de cet essai est de contrôler l'enveloppe externe de tous les Recombineurs Autocatalytiques Passifs. L'essai est satisfaisant.

Caractéristiques des pompes de circulation d'eau de refroidissement des diesels, contrôle du débit :

L'objectif de cet essai est de vérifier le niveau de performance des pompes de circulation d'eau de refroidissement des diesels. L'essai est satisfaisant.

Contrôle de mesure de débit SEB :

L'objectif de cet essai est le contrôle dimensionnel des organes déprimogènes des débits globaux et des débits dans les branches utilisateurs. L'essai sera réalisé sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avant le redémarrage de la tranche à l'issue de sa 4^{ème} visite décennale.

Contrôle de la libre manœuvre du clapet d'isolement du puisard du local instrumentation du cœur :

L'objectif de cet essai est de s'assurer de la manœuvrabilité du clapet d'isolement du puisard du local instrumentation du cœur. L'essai sera réalisé sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avant le redémarrage de la tranche à l'issue de sa 4^{ème} visite décennale.

6.2.2.4 Essais réglementaires

❖ Définition et objectifs des essais réglementaires

Ces essais sont à réaliser au titre des divers Arrêtés Administratifs (épreuve des capacités du circuit primaire ou secondaire).

❖ Mise en œuvre des essais réglementaires

L'ensemble des essais réglementaires qui ont été réalisés à l'occasion du 4^{ème} RP 900 sont les suivants :

Requalification périodique – Epreuve hydraulique du Circuit Primaire Principal :

L'objectif est de contrôler la tenue à la pression d'épreuve du Circuit Primaire Principal. L'épreuve hydraulique du Circuit Primaire Principal sera réalisée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avant la divergence de la tranche à l'issue de sa 4^{ème} visite décennale.

Requalification périodique – Epreuve hydraulique du Circuit Secondaire Principal :

L'objectif est de contrôler la tenue à la pression d'épreuve du Circuit Secondaire Principal. L'épreuve est satisfaisante.

6.2.2.5 Essais particuliers

Conformément à la prescription [CONF-B-I] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, un programme d'essais particuliers, détaillant la planification de ces essais a été établi et transmis à l'ASN

Conformément à la prescription [CONF-B-II] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, EDF réalisera au moins un essai de chaque type avant le 31/12/2025.

❖ Périmètre des essais particuliers à réaliser sur les réacteurs du site de Bugey

Essais ponctuels visant à confirmer l'analyse d'exhaustivité des EP :

- Essai de fonctionnement d'un groupe électrogène de secours (LHG ou LHH) pendant 48 heures. Cet essai fait l'objet de la prescription [CONF-B] ;
- Essai de performance sur un échangeur RRA ;
- Essai de performance sur une pompe EAS. Cet essai fait l'objet de la prescription [CONF-B].

Essais ponctuels visant à conforter les hypothèses de modélisation et la qualification des outils de calcul scientifique :

- Essai de fonctionnement d'une TPS ASG sans ventilation de son local en situation de perte totale des alimentations électriques. Cet essai fait l'objet de la prescription [CONF-B] ;
- Essai de fonctionnement d'une TPS ASG avec un niveau bas de la bâche d'alimentation. Cet essai fait l'objet de la prescription [CONF-B] ;
- Essai de consolidation de la validation des codes de calcul neutronique et de l'interprétation des résultats des essais physiques du cœur.

6.2.3 Conclusion

Les résultats des essais de requalification des modifications du 4^{ème} RP 900 (phase A) permettent, tels que détaillés dans les différents paragraphes « Bilan de l'état de la tranche » du présent document, de valider la bonne intégration des modifications concernées à la date de l'émission du RCR.

Les résultats observés à la date d'émission du RCR lors de la réalisation des essais décennaux périodiques, des essais décennaux spécifiques susmentionnés sont satisfaisants.

Le solde des essais de requalification des modifications du 4^{ème} RP 900 (phase A), du programme des essais décennaux périodiques et des essais réglementaires reste cependant à réaliser sur la tranche n° 3 du CNPE du Bugey avant la fin de la visite décennale actuellement en cours.

L'ASN a demandé à EDF de définir des essais complémentaires visant à vérifier, à l'issue de l'intégration des lots de modifications majeurs associés à la démonstration de sûreté du 4^{ème} RP 900, le comportement fonctionnel d'ensemble des EIP vis-à-vis de leurs exigences définies et au regard des principales fonctions de sûreté. L'intégration de cette demande à la démarche d'identification des essais a d'ores et déjà conduit EDF à réaliser les essais présentés au paragraphe « *Essais décennaux spécifiques* ». En complément, à l'issue de l'instruction de ce thème dans le cadre du 4^{ème} RP 900, EDF s'est engagée à réaliser un certain nombre d'essais particuliers sur les tranches du CNPE du Bugey, certains de ces essais répondent à la prescription [CONF-B].

6.3 DOSSIERS DE REFERENCE REGLEMENTAIRE

Partie générique Palier

Conformément aux exigences des articles 4 et 5 de l'arrêté du 10 novembre 1999 modifié, relatif à la surveillance de l'exploitation du Circuit Primaire Principal (CPP) et des Circuits Secondaires Principaux (CSP) des Réacteurs à Eau Pressurisée (REP), les Dossiers de Référence Réglementaires (DRR), qui constituent le prolongement et la réactualisation de la démarche de démonstration d'intégrité initiée à la conception, doivent être mis à jour autant que nécessaire et en particulier à chaque visite décennale. Ces mises à jour doivent tenir compte, notamment, du retour d'expérience, du suivi en exploitation et des modifications de l'installation.

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, les Dossiers de Référence Réglementaires du Palier 900 MWe ont été mis à jour. La sensibilité des zones du CPP/CSP vis-à-vis des différents dommages sera réévaluée sur la base de cette mise à jour, ce qui pourra conduire à mettre à jour les programmes de maintenance préventive.

Dans le cadre du 4^{ème} RP 900, la mise à jour des Dossiers de Référence Réglementaires a pris en compte :

- des données matériaux pour couvrir 500 000 heures d'exploitation, soit au-delà du 5^{ème} RP,
- l'amélioration des connaissances des chargements thermiques de certaines zones sensibles, qui a permis la mise à jour des Dossiers des Situations avec ces données complémentaires,
- les effets d'environnement REP dans les études en fatigue,
- le bilan des efforts apportés par les opérations de remplacement de GV, à la suite duquel EDF a fourni la liste des zones d'application de la méthode de relaxation des contraintes secondaires,
- l'impact des situations et délais opérateurs du référentiel EPR.

La révision des Dossiers d'Analyse du Comportement (DAC) des lignes auxiliaires du CPP et des lignes du CSP a conclu à la nécessité de modifier le supportage de certaines lignes (PNPE0333). Les systèmes faisant potentiellement l'objet de renforcement de supportage sont les suivants : RCP, RIS, RRA, RCV, ANG/ASG et VVP.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPE0333 « Renforcement au séisme Noyau Dur du Circuit Primaire Principal, du Circuit Secondaire Principal et supportage DRR » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche 3 du CNPE du Bugey prévue de la manière suivante :

- Tome A relatif aux renforts liés aux DRR au plus tard lors du 2^{ème} arrêt suivant l'arrêt VD4,
- Tome B relatif aux renforts liés au SND au plus tard en phase B.

SECTION 7 : CONTRIBUTION DU NOYAU DUR AUX OBJECTIFS DU REEXAMEN

7	CONTRIBUTION DU NOYAU DUR AUX OBJECTIFS DU REEXAMEN.....	232
7.1	OBJECTIFS DU NOYAU DUR	233
7.2	ARCHITECTURE FONCTIONNELLE DU NOYAU DUR	234
7.2.1	VOLET PREVENTION DE LA FUSION DU REACTEUR	234
7.2.1.1	ASG-ND.....	234
7.2.1.2	SOLUTION RETENUE POUR L'INTEGRITE DES JOINTS DES GMPP.....	236
7.2.1.3	CHUTE DES GRAPPES	236
7.2.1.4	SECOURS DE L'INJECTION AUX JOINTS DES GROUPES MOTOPOMPES PRIMAIRES	237
7.2.1.5	SOUPAPES DU PRESSURISEUR.....	237
7.2.2	VOLET PISCINE COMBUSTIBLE ET ETAT « CUVE OUVERTE, PISCINE REACTEUR PLEINE »	238
7.2.2.1	OBJECTIFS ET CONFIGURATIONS ETUDIEES	238
7.2.2.2	APPOINT EN EAU AUX PISCINES	238
7.2.2.3	SURVEILLANCE DU NIVEAU PISCINE	239
7.2.2.4	PREVENTION DES VIDANGES	240
7.2.2.5	PREVENTION D'AGRESSION DE LA PISCINE COMBUSTIBLE PAR CHUTE D'UNE CHARGE	240
7.2.2.6	RETOUR AU REFROIDISSEMENT A LONG TERME.....	242
7.2.3	MITIGATION DE L'ACCIDENT AVEC FUSION DU CŒUR	243
7.2.3.1	OBJECTIF ET PRINCIPES FONCTIONNELS	243
7.2.3.2	DISPOSITIONS ASSOCIEES.....	243
7.3	FONCTIONS SUPPORTS.....	244
7.3.1	DIESEL D'ULTIME SECOURS (DUS).....	244
7.3.2	DISTRIBUTION ELECTRIQUE NOYAU DUR.....	245
7.3.3	VENTILATION DES LOCAUX ELECTRIQUES	246
7.3.4	CONTROLE-COMMANDE NOYAU DUR.....	247
7.3.5	SOURCE D'EAU NOYAU DUR.....	248
7.4	LA FORCE D'ACTION RAPIDE NUCLEAIRE (FARN)	249
7.5	CENTRE DE CRISE LOCAL	251
7.6	DIMENSIONNEMENT DU NOYAU DUR AUX AGRESSIONS ET A LEURS EFFETS INDUITS	252
7.6.1	SEISME NOYAU DUR	252
7.6.2	INONDATION EXTERNE NOYAU DUR	254
7.6.3	TORNADE NOYAU DUR	257
7.6.4	EFFETS INDUITS SUR LE SITE PAR LES PHENOMENES NATURELS AU-DELA DU DIMENSIONNEMENT	258
7.7	CONCLUSION	259

7 CONTRIBUTION DU NOYAU DUR AUX OBJECTIFS DU REEXAMEN

Suite à l'accident de Fukushima du 11 mars 2011, EDF a montré dans ses Rapports d'Evaluation Complémentaire de Sûreté (« RECS »), en réponse à la décision ASN du 05/05/2011, la bonne robustesse de ses installations compte tenu :

- d'une conception initiale robuste, comportant des marges de dimensionnement,
- d'un processus de réexamen périodique qui permet l'intégration de l'amélioration des connaissances et du retour d'expérience tous les 10 ans, le retour d'expérience événementiel notable étant traité sans attendre les réexamens.

Les RECS indiquaient par ailleurs que « *le cahier des charges des ECS demandant cependant de faire abstraction [de la] plausibilité [des situations extrêmes], l'étude des principales parades supplémentaires suivantes [...] est proposée pour faire face à ces situations :*

- *Mise en place d'un nouveau moyen de réalimentation des réserves en eau pour alimenter les générateurs de vapeur, le circuit primaire ou la piscine du bâtiment combustible [...]* ;
- *Renforcement de la robustesse des turbopompes d'alimentation des GV et de leur contrôle - commande vis-à-vis des séismes et des inondations ;*
- *Mise en place d'un Diesel supplémentaire d'Ultime Secours (DUS) par tranche, robuste aux inondations et séismes, permettant d'alimenter une motopompe d'injection aux GV, au circuit primaire ou dans la piscine de stockage ;*
- *Mise en place au niveau national d'une Force d'Action Rapide Nucléaire (FARN) capable de projeter sur le site en difficulté des équipes compétentes en conduite, maintenance et logistique [...]* ;
- *En ce qui concerne la maîtrise des accidents avec fusion du cœur, étude de renforcement de la robustesse au séisme des dispositifs de filtration des rejets lors de la dépressurisation de l'enceinte ».*

Sur la base des RECS et après analyse, l'ASN a publié des décisions INB par INB prescrivant à EDF la mise en place d'un « *Noyau Dur de dispositions matérielles et organisationnelles [...]. 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 ».*

Pour répondre à ces prescriptions, EDF déploie un programme industriel de mise en place de moyens additionnels sur ses installations, en deux phases successives et complémentaires :

- une phase « *réactive* » court terme terminée en 2015,
- une phase de déploiement de « *moyens pérennes* » à moyen terme jusqu'à l'horizon « *10 ans après l'accident de Fukushima* ».

Un deuxième jeu de prescriptions ASN a été publié en janvier 2014 et spécifie que « *pour limiter les rejets radioactifs massifs en situations Noyau Dur, le Noyau Dur permet l'isolement de l'enceinte de confinement et la prévention des situations de bipasse de la troisième barrière. Le Noyau Dur vise à préserver l'intégrité de cette barrière sans ouverture du dispositif d'éventage de l'enceinte de confinement* ».

Ces prescriptions, privilégiant l'intégrité de la troisième barrière pour limiter les rejets radioactifs massifs, rejoignent l'ambition du 4^{ème} RP 900 de rendre le risque de rejets précoces et importants dans l'environnement extrêmement improbable.

A ce titre, les dispositions dites « *Noyau Dur* » déployées par EDF dans le cadre du programme industriel du Grand Carénage, de façon concomitante avec le quatrième réexamen périodique, contribuent à l'atteinte des objectifs du réexamen.

7.1 OBJECTIFS DU NOYAU DUR

Les prescriptions techniques ASN de 2014 définissent les objectifs de sûreté du Noyau Dur. Les dispositions du Noyau Dur retenues ont pour objectifs de :

- prévenir un accident avec fusion du combustible ou en limiter la progression,
- limiter les rejets radioactifs massifs et les effets durables dans l'environnement,
- permettre à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une crise.

Les situations Noyau Dur, ainsi que les situations résultant de leurs cumuls, sont également définies dans les prescriptions ASN de 2014 :

- **la perte totale des alimentations électriques** n'appartenant pas au Noyau Dur. C'est-à-dire la perte des sources électriques externes du site cumulée à la perte des deux diesels de tranche (Situation dénommée « H3 ») ;
- **la perte totale de la source froide** n'appartenant pas au Noyau Dur (Situation dénommée « H1 ») ;
- les agressions naturelles externes retenues pour le Noyau Dur : l'inondation (dont pluies de forte intensité) et les phénomènes naturels pouvant être liés à l'inondation (vents extrêmes, foudre, grêle), le séisme et la tornade ;
- les situations résultant de l'état de l'installation, du site et de son environnement après une ou des agressions naturelles externes retenues pour le Noyau Dur.

Les situations Noyau Dur affectent l'ensemble des tranches d'un même site.

En réponse aux prescriptions techniques de l'ASN, EDF propose un Noyau Dur qui est un ensemble de moyens fixes robustes aux situations Noyau Dur et aux agressions associées complété par des moyens mobiles et une organisation et des équipes pour leur mise en œuvre et qui permet de :

- prévenir la fusion du cœur du réacteur en assurant la fonction de refroidissement du cœur et d'évacuation de la puissance résiduelle hors de l'enceinte de confinement du bâtiment réacteur lorsque le circuit primaire est pressurisable,
- mettre en œuvre des stratégies de conduite privilégiant le refroidissement par le circuit secondaire en conservant l'intégrité du circuit primaire principal,
- assurer l'isolement de l'enceinte de confinement et la prévention des situations de bipasse de cette barrière. Le Noyau Dur permet la limitation de la pression à l'intérieur de l'enceinte sans ouverture du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte,
- assurer le non-dénoyage des assemblages de combustible y compris en cours de manutention dans la piscine d'entreposage et les compartiments de manutention des assemblages de combustible.

Les dispositions du Noyau Dur retenues pour limiter les rejets radioactifs prennent en compte les cas de fusion totale et de percement de la cuve sur un réacteur du site.

Ces dispositions Noyau Dur sont présentées aux paragraphes 7.2 « *Architecture fonctionnelle du Noyau Dur* » et 7.3 « *Fonctions support* ».

Le déploiement du Noyau Dur s'accompagne également de dispositions destinées à permettre à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une crise pour respecter l'objectif de sûreté associé au Noyau Dur, et notamment un centre de crise local (CCL) par site et des dispositifs de connexion (« plugs ») des moyens mobiles de la Force d'Action Rapide Nucléaire (FARN) nécessaires au Noyau Dur. Ces dispositions sont présentées aux paragraphes 0 « *Force d'Action Rapide Nucléaire* » et 7.5 « *Centre de Crise Local* ».

Une complémentarité fonctionnelle est assurée entre les moyens de conception (dispositions matérielles du Noyau Dur) et les moyens de résilience (moyens mobiles à disposition sur le site ou transportés par la FARN). Cette complémentarité permet une bonne adaptabilité aux situations imprévues compte tenu de la dynamique lente des phénomènes redoutés dans ces situations notamment la montée en pression de l'enceinte et le découverture des assemblages de combustible en piscine combustible.

Enfin, le Noyau Dur doit être robuste aux agressions naturelles externes retenues pour le Noyau Dur et à leurs effets induits. Ce principe est intégré dès la conception pour les SSC nouveaux ou est vérifié pour les SSC existants du Noyau Dur (qui peuvent faire l'objet de renforcements si nécessaire). L'analyse du dimensionnement du Noyau Dur aux agressions Noyau Dur et à leurs effets induits, ainsi que les protections associées, sont présentées au paragraphe 0.

Le déploiement des dispositions Noyau Dur est également encadré par les prescriptions ASN [ND-A], [ND-B], [ND-C] dans le cadre de l'instruction de la phase générique du 4^{ème} RP 900. Les prescriptions [ND-A] et [ND-B] portent respectivement sur l'ASG-ND (voir §7.2.1.1) et sur la pompe d'injection aux joints des GMPP Noyau Dur (voir §7.2.1.4). Le déploiement des autres dispositions du Noyau Dur est encadré par la prescription [ND-C] qui fixe l'échéance de déploiement de ces dispositions au plus tard à la phase « Compléments ».

7.2 ARCHITECTURE FONCTIONNELLE DU NOYAU DUR

7.2.1 Volet prévention de la fusion du réacteur

7.2.1.1 ASG-ND

Partie générique Palier

La disposition ASG-ND (PNPE0258) assure le refroidissement du cœur et l'évacuation de la puissance résiduelle hors de l'enceinte de confinement du bâtiment réacteur par les circuits secondaires lorsque le circuit primaire est pressurisé ou pressurisable. Cette disposition répond à la prescription ASN [ND-A].

Les principales hypothèses sur les systèmes sont les suivantes :

- le circuit primaire principal et le circuit secondaire principal sont intègres après l'agression,
- les grappes chutent toutes lors de l'AAR ou du fait du Manque de Tension Externe (MDTE),
- l'arrêt des pompes primaires intervient à l'instant initial du fait des automatismes ou du MDTE,
- seules les fonctions chaudière et supports Noyau Dur sont considérées pour leur effet bénéfique.

La solution retenue par EDF valorise comme moyen d'injection aux GV, la motopompe ASG de la voie B en aspiration sur la bache ASG.

Pour l'alimentation en eau des générateurs de vapeur, la solution valorise comme fonction de stockage la bache ASG.

Un poste de vannage sera implanté dans l'îlot nucléaire (BW) afin d'alimenter la bache ASG et les piscines BR et combustible, durablement via la Source d'Eau de l'appoint Noyau Dur (PNPP0714 et PNPE0258, cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7 - § 7.2.2.2).

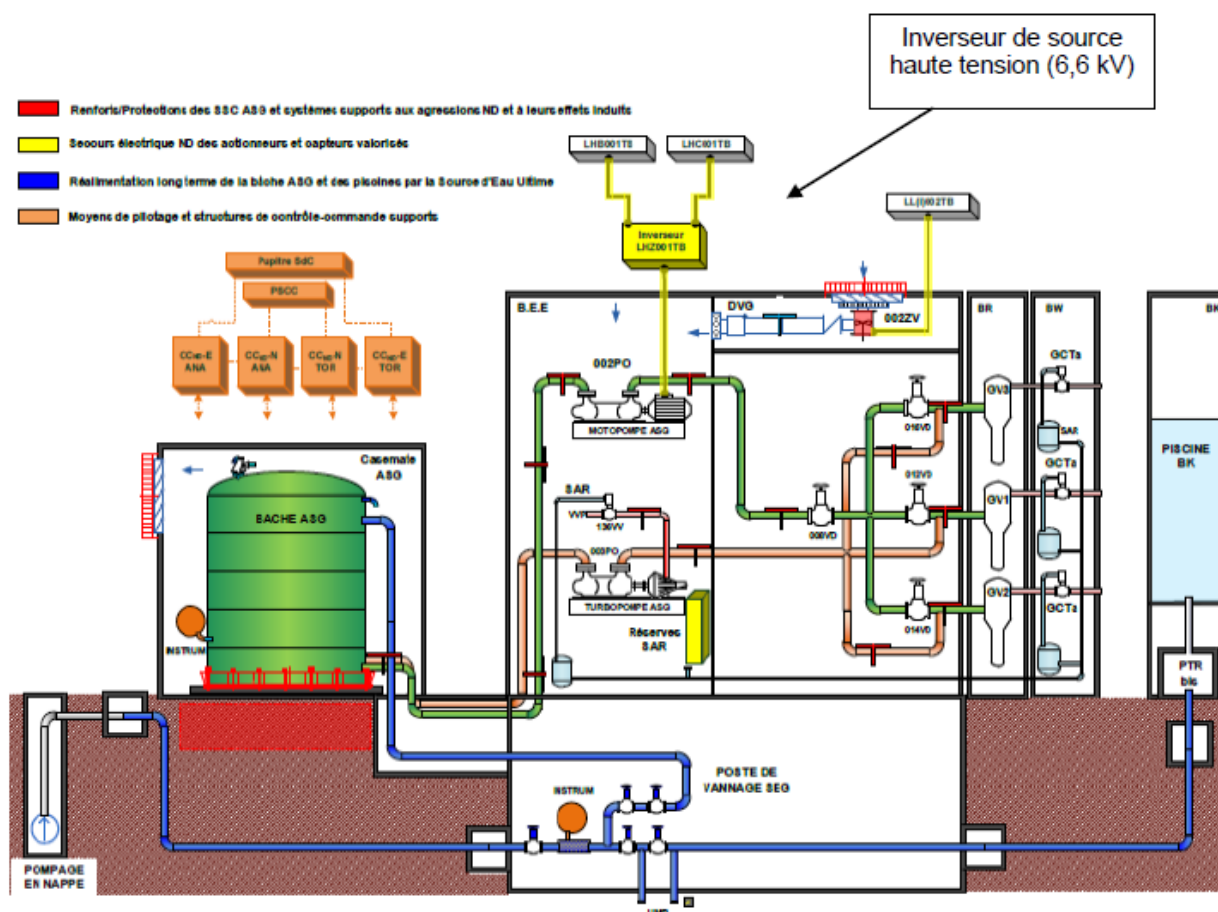


Schéma de principe de la disposition ASG-ND

L'aspect « *autonomie en air* » pour le pilotage des organes pneumatiques en conduite Noyau Dur est également traité par la modification ASG-ND (PNPE0258). La manœuvrabilité des vannes réglantes d'alimentation en eau ASG des générateurs de vapeur par les motopompes ASG depuis la salle de commande en situation noyau dur fait également l'objet d'une modification (TCDI0222).

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP0714 « Source d'eau de l'appoint Noyau Dur » est décrite au volet Volet I - Chapitre 2 - Section 1 - §1.2.1.3.

La modification PNPE0258 « Mise en place du dispositif ASG-ND et ligne fixe de réalimentation de la piscine BK par SEG » sera déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900.

La modification TCDI0222 « Disposition visant à la robustesse en condition noyau dur de la commande (RCM) des vannes réglantes ASG012/014/016VD depuis la salle de commande » sera déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase « Compléments » des modifications du 4^{ème} RP 900.

7.2.1.2 Solution retenue pour l'intégrité des joints des GMPP

La stratégie de conduite Noyau Dur prévoit la dépressurisation et le refroidissement systématiques du Circuit Primaire Principal (CPP) par le circuit secondaire, notamment dans le but de limiter le chargement thermohydraulique subi par les joints d'arbre des Groupes Motopompes Primaires (GMPP).

Les joints d'arbre de GMPP installés sur les réacteurs du Parc en exploitation sont désormais tous équipés de joint n° 1 avec des glaces en nitrure de silicium et de joints toriques dits « Haute Température ». Afin de montrer la tenue des joints d'arbre de GMPP dans les situations Noyau Dur, EDF s'appuie sur un programme de sept essais réalisés de 2014 à 2020 sur la boucle d'essai Framatome de Karlstein. Ces essais ont permis de tester l'influence de différents paramètres (profil pression/température en amont, configuration de la ligne de fuite du joint n° 1, état d'usure et de vieillissement des joints...) sur le comportement des joints.

Cette campagne d'essais a mis en évidence la robustesse intrinsèque des joints d'arbre de GMPP malgré l'absence d'injection aux joints et de refroidissement de la barrière thermique. Les débits de fuite des joints observés sur l'ensemble des essais réalisés sont compatibles avec la conduite Noyau Dur.

Sur la base de ces enseignements, l'intégrité des joints a été valorisée dans la stratégie de conduite Noyau Dur.

7.2.1.3 Chute des grappes

Partie générique Palier

EDF met en œuvre une modification assurant un Arrêt Automatique du Réacteur (AAR) en cas de séisme (affaire PNPP0419). Cet AAR est activé par 4 capteurs en logique 2/4 installés sur le parement externe du bâtiment réacteur. Cette disposition est renforcée afin d'assurer sa robustesse vis-à-vis d'un séisme Noyau Dur et remonter certaines informations en salle de commande dans le cadre de l'affaire PNPE0115.

EDF a apporté la démonstration de la chute des grappes sous séisme SND, sur la base de calculs du comportement mécanique des différents composants constituant le canal de chute (Mécanismes de Commande de Grappes et leur dispositif de maintien antisismique, adaptateurs du couvercle de cuve, éléments des internes de cuve assurant le guidage des grappes, assemblages de combustible), concluant en particulier à l'absence de déformation (flambage) des grilles d'assemblages.

En complément, EDF a justifié la chute des grappes en présence de grilles légèrement déformées, en s'appuyant notamment sur des résultats expérimentaux pleine échelle obtenus au Japon.

De manière conservatrice, la conduite Noyau Dur de prévention de la fusion du cœur prend en compte une chute incomplète des grappes de commande en s'appuyant sur un moyen d'injection de bore à haute pression (§ 7.2.1.4).

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP0419 « Mise en place d'un AAR sur séisme » est en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900. Les impacts documentaires de cette modification seront également pris en compte. Un correctif, requis pour l'intégration de la PNPE0115, sera déployé dans le cadre du 1^{er} arrêt suivant l'arrêt VD4.

La modification PNPE0115 « Ordre d'Arrêt Automatique Réacteur sur Séisme et information d'un séisme significatif, robustes au Séisme Noyau Dur » sera déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900.

7.2.1.4 Secours de l'injection aux joints des groupes motopompes primaires

Partie générique Palier

EDF met en œuvre un moyen de secours de l'injection aux joints des groupes motopompes primaires (PNPE0427) afin de pouvoir injecter de l'eau borée lorsque le circuit primaire est à haute pression en situations noyau dur. Cette ligne de défense supplémentaire permet d'éviter un retour critique dans le cas pénalisant d'une chute incomplète des grappes. Ce moyen fait partie du Noyau Dur. Il répond à la prescription [ND-B].

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPE0427 « Déploiement d'une Pompe d'Injection aux Joints des Groupes MotoPompes Primaires « Noyau Dur » (PIJ-ND) » sera déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase « Compléments » des modifications du 4^{ème} RP 900.

7.2.1.5 Soupapes du Pressuriseur

Partie générique Palier

La modification des soupapes du pressuriseur (PNPP0595), permet d'augmenter leur capacité de décharge à basse pression et améliorer leur fonctionnement général (robustesse, stabilité en vapeur et monophasique, compensation de la pression de l'enceinte, etc.).

Cette modification contribue principalement à la limitation du risque de fusion du cœur en pression en situation d'accident avec fusion du cœur. Dans le cadre de la conduite Noyau Dur en prévention d'accident avec fusion du cœur, elle améliore la pleine ouverture d'une ligne de décharge du pressuriseur (LDP) à basse pression du primaire, ce qui favorise la borication finale du primaire par la pompe EAS-ND.

La modification du tandem SEBIM du pressuriseur est une modification matérielle qui consiste à :

- sur le plan mécanique, remplacer la tête de chacune des soupapes de protection et d'isolement (le corps, la buse et la bague de protection des soupapes sont conservés),
- sur le plan électrique, remplacer les capteurs de position sur la tête de soupape et les cartes électroniques dans le rack des capteurs de position SEBIM dans les locaux électriques.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP0595 « Remplacement des têtes de soupape SEBIM » est en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900. Les impacts documentaires de cette modification seront également pris en compte.

7.2.2 Volet Piscine Combustible et état « cuve ouverte, piscine réacteur pleine »

7.2.2.1 Objectifs et configurations étudiées

Le Noyau Dur permet de prévenir le dénoyage des assemblages de combustible en piscine de désactivation y compris en cours de manutention dans les piscines d'entreposage et compartiments de manutention en cas de perte des moyens de refroidissement (PTR, RRA, source froide RRI/SEC) consécutive à une agression Noyau Dur.

Les états initiaux de tranche qui ont servi de base à la définition des dispositions du Noyau Dur distinguent les cas des piscines BR/BK isolées ou en communication via le tube de transfert :

- l'état Réacteur Complètement Déchargé (RCD), dans lequel le combustible est dans la piscine combustible et le tube transfert fermé. Cet état vaut à la fois pour l'état RCD (cas dimensionnant, toute la puissance résiduelle étant dans le BK) mais aussi pour les états RP, AN/GV, AN/RRA, API pour lesquels la gestion des assemblages en BK se fait indépendamment de celle des assemblages en BR,
- l'état Arrêt à froid pour Rechargement (APR, cuve ouverte et piscine réacteur pleine), lorsque le tube transfert est ouvert et met en communication la piscine BR et la piscine combustible (sans batardeau).

7.2.2.2 Appoint en eau aux piscines

Partie générique Palier

Le dispositif consiste en :

- un appoint Noyau Dur en eau à la piscine combustible (PNPP0714 et PNPE0258), répondant à la prescription [PISC-A-III] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, et son exutoire vapeur,
- un appoint Noyau Dur en eau à la piscine BR (PNPP0714 et PNPE0258) et son exutoire vapeur (PNRL0803). L'appoint Noyau Dur en eau à la piscine BR est réalisé dans les états Arrêt Pour Rechargement (APR) de manière gravitaire à partir de la piscine combustible via le tube de transfert laissé ouvert. Les batardeaux entre le compartiment cuve de la piscine BR et le compartiment entreposage de la piscine combustible sont déposés ou ouverts. Les portes du sas 0m (exutoire de la vapeur produite en piscine BR) ne doivent pas pouvoir se refermer sous l'action du débit vapeur, pour cela, la modification PNRL0803 permet de garantir le maintien ouvert du sas BR en situation Noyau Dur. Les sas 0 m de Bugey sont protégés vis-à-vis de l'inondation externe Noyau Dur (+ 0,7 m) suite au déploiement de l'affaire PNPP0883 (Protection inondation rapprochée haute).

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP0714 « Source d'eau de l'appoint Noyau Dur » est décrite au volet Volet I - Chapitre 2 - Section 1 - §1.2.1.3.

La modification PNPP0883 « Protection rapprochée haute du Noyau Dur contre l'inondation externe » a été intégralement déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey.

Les modifications :

- PNPE0258 « Mise en place du dispositif ASG-ND et ligne fixe de réalimentation de la piscine BK par SEG »,
- PNRL0803 « Mise en place d'un appoint Noyau Dur en eau à la piscine du bâtiment réacteur et son exutoire vapeur »,

seront déployées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900.

7.2.2.3 Surveillance du niveau piscine

Partie générique Palier

Le niveau des piscines est surveillé par une instrumentation de niveau de la piscine d'entreposage du combustible et de la piscine du bâtiment réacteur (BR) permettant le pilotage de l'appoint (mise en service, arrêt, réglage) : mesures de niveau Tout ou Rien des piscines du bâtiment réacteur (PNPE0128) et du bâtiment d'entreposage du combustible (PNPP0907) et de la mesure de niveau analogique de la piscine d'entreposage du combustible (PNPP0824).

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPP0907 « Création d'un système de refroidissement mobile diversifié PTR bis » à l'exception du tome I,
- PNPE0128 « Mesures de niveau « Tout ou Rien » en piscine réacteur »,

sont en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900. Les impacts documentaires de ces modifications seront également pris en compte.

La modification PNPP0824 « Ajout d'une chaîne de mesure de niveau analogique de la piscine combustible BK » sera déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900.

La modification PNPP0907 tome I « Résorption de la problématique d'injection de bulles en piscine BK » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche 3 du CNPE du Bugey prévue au plus tard en phase B.

7.2.2.4 Prévention des vidanges

Partie générique Palier

Deux grandes catégories de dispositions sont étudiées et mises en œuvre pour le Noyau Dur :

- des dispositions visant à prévenir une brèche sur le tube de transfert. Le tube de transfert a été justifié au séisme SND sur le Palier CP0 Bugey.
- des dispositions visant à prévenir les vidanges via des circuits connectés aux piscines :
 - fermeture automatique de l'aspiration PTR de la piscine combustible sur le signal très bas niveau piscine combustible (PNPP0402),
 - isolement automatique des lignes de filtration de la piscine BR (PNPP0780),
 - redimensionnement du casse-siphon situé sur la ligne de refoulement du système de refroidissement de la piscine combustible permettant d'interrompre une éventuelle vidange initiée par une rupture guillotine de cette ligne (PNPP0289).

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPP0402 « Fermeture automatique vanne PTR 001 VB sur NTB piscine désactivation »,
- PNPP0289 « Redimensionnement du casse-siphon situé sur la ligne de refoulement du système de refroidissement de la piscine combustible »,
- PNPP0780 « Automatisation de vannes de vidange piscine BR »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. Les impacts documentaires de ces modifications ont été pris en compte.

7.2.2.5 Prévention d'agression de la piscine combustible par chute d'une charge

Partie générique Palier

Les dispositions Noyau Dur s'appuient sur la robustesse des piscines et des structures soutenant les piscines ainsi que du tube de transfert et les circuits connectés jusqu'au premier organe d'isolement.

L'objectif est donc de s'affranchir d'un risque de fuite ou de brèche sur la structure de la piscine en cas de chute d'une charge venant agresser la piscine, soit par « lâcher » de l'assemblage de combustible en cours de manutention soit par la chute de l'emballage de transport du combustible utilisé en fosse de chargement ou dans la trémie de manutention.

❖ Chute de l'assemblage de combustible en cours de manutention

Les dispositions qui sont mises en œuvre pour le Noyau Dur consistent à prévenir la chute de l'assemblage en cours de manutention. Il s'agit de dispositions de maintien en charge de l'Assemblage Combustible en cours de manutention sur la machine de chargement côté piscine du bâtiment réacteur (BR) (PNPP0975) ainsi que sur le pont passerelle et sur le pont auxiliaire du BK (PNPP0913).

En complément à ces dispositions et hors Noyau Dur, EDF met en œuvre une procédure résiliente de mise en position sûre de l'assemblage de combustible en cours de manutention en piscine combustible en cas de perte des alimentations électriques (PNPP0549 Commandes Manuelles de Secours).

❖ Chute d'un emballage de transport

Le risque de chute d'un emballage de transport de combustible utilisé dans le BK est résiduel compte-tenu des éléments suivants :

- d'une part, les ponts lourds DMK du Palier CP0 Bugey ont une fiabilité élevée vis-à-vis de la chute de charge dans toutes les situations de leur fonctionnement normal ;
- d'autre part, le pont lourd DMK est conçu pour garantir le non-lâcher de charge en cas de séisme de dimensionnement.

Néanmoins, des études ont été réalisées en postulant des chutes de charge et des dispositions hors Noyau Dur sont mises en œuvre pour en prévenir ou limiter les conséquences (PNPP0877) :

- Pour la fosse de chargement : installation d'un amortisseur hydraulique pour éviter tout risque d'ébranlement de la structure du BK et limiter les contraintes sur les assemblages de combustible présents dans l'emballage ;
- Pour la trémie de manutention :
 - La solution retenue consiste à mettre en place de manière transitoire lors des manutentions, un dispositif absorbeur d'énergie (DAE) au plancher sous la trémie de manutention. Ce dispositif garantit l'intégrité du génie civil en cas de chute de l'emballage ;
 - Lors de la descente de l'emballage, lorsque la cote basse de l'emballage atteint un certain niveau, le retrait de ce dispositif devient nécessaire pour permettre l'engagement du lorry de transport sous la trémie de manutention. A l'inverse, à la montée, l'engagement du dispositif absorbeur n'est possible qu'une fois le lorry dégagé. Les phases de manutention pendant lesquelles le dispositif n'est pas en place correspondant à une énergie de chute moindre, les conséquences sur le génie civil sont moindres et acceptables.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

La robustesse au séisme Noyau Dur de la machine de chargement des tranches du CNPE du Bugey a été démontrée. La modification PNPP0975 « Robustesse au séisme Noyau Dur de la machine de chargement » ne sera donc pas déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP0549 « Mise en position sûre d'un assemblage combustible » a été intégralement réalisée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. L'impact documentaire de cette modification a été pris en compte.

La modification PNPP0877 « Mise en place d'un dispositif permettant d'amortir la chute d'un emballage de

combustible utilisé » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche 3 du CNPE du Bugey prévue au plus tard fin 2025.

La modification PNPP0913 « Renforcements au séisme Noyau Dur des ponts du bâtiment combustible » sera déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900.

7.2.2.6 Retour au refroidissement à long terme

Partie générique Palier

La conduite Noyau Dur des situations de perte de refroidissement de la piscine combustible consiste à évacuer la puissance résiduelle des assemblages de combustible présents en piscine combustible y compris en cours de manutention par vaporisation en les maintenant sous eau au moyen de l'appoint Noyau Dur.

Le retour au refroidissement de la piscine combustible est ensuite assuré, pour les situations Noyau Dur, par la mise en service, au plus tard à 15 jours après le début de la situation Noyau Dur, du dispositif « PTR bis ». La modification « PTR bis » (PNPP0907) est décrite à la Section 3. La disposition « PTR bis » répond à la prescription [PISC-A-III] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900.

En état APR, la mise en service du retour au refroidissement par le dispositif « PTR bis » entraîne un débit de circulation de la piscine combustible vers la piscine BR par le tube de transfert bien plus élevé que celui créé par l'appoint en eau à partir de l'appoint Noyau Dur (PNPP0714 et PNPE0258, cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7 - § 7.2.2.2). Dans ce cas, un appoint en bore est nécessaire pour prévenir un potentiel risque de retour en criticité du cœur en cuve par dilution hétérogène. Pour cela, un moyen de borication (Unité Mobile de Borication) est mis en œuvre par la FARN avant le démarrage du PTR bis. Ce moyen permet d'injecter à une concentration en bore supérieure à la concentration en bore critique du cœur en cuve et ainsi de remonter la concentration en bore de la piscine combustible, ce qui permet d'éliminer le risque de dilution hétérogène avant la mise en service du PTR bis.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP0907 « Création d'un système de refroidissement mobile diversifié PTR bis » à l'exception du tome I est en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900. Les impacts documentaires de cette modification seront également pris en compte.

La modification PNPP0907 tome I « Résorption de la problématique d'injection de bulles en piscine BK » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche 3 du CNPE du Bugey prévue au plus tard en phase B.

7.2.3 Mitigation de l'accident avec fusion du cœur

7.2.3.1 Objectif et principes fonctionnels

Le Noyau Dur assure la fonction d'isolement de l'enceinte de confinement et la prévention des situations de bipasse de cette barrière. Le Noyau Dur assure la limitation de la pression à l'intérieur de l'enceinte sans ouverture du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte.

Les dispositions du Noyau Dur retenues pour limiter les rejets radioactifs et les effets durables dans l'environnement prennent en compte les cas de fusion totale du cœur et de percement de la cuve sur l'un des réacteurs du site.

Les dispositions fonctionnelles associées sont présentées dans le paragraphe qui suit. En complément, certaines modifications de robustesse du Noyau Dur citées aux paragraphes 7.3 « *Fonctions support* » et 7.6 « *Dimensionnement du Noyau Dur aux agressions et à leurs effets induits* » participent à la mitigation des accidents avec fusion du cœur.

La maîtrise du confinement et la limitation des rejets en cas d'accident avec fusion du cœur est notamment assurée par :

- l'isolement de l'enceinte de confinement,
- l'évacuation de la puissance résiduelle hors de l'enceinte et la limitation de sa pression par un moyen de refroidissement Noyau Dur (EAS-ND),
- la maîtrise du risque hydrogène par des recombineurs autocatalytiques passifs (RAP),
- le refroidissement du corium en cas de percement de la cuve pour éviter le percement du radier, avec renoyage du puits de cuve et du local RIC adjacent, après étalement à sec du corium.

7.2.3.2 Dispositions associées

Les dispositions Noyau Dur valorisées pour la mitigation de l'accident avec fusion du cœur sont les suivantes :

- EAS-ND (PNPP0811) ;
- Gestion des effluents en accident avec fusion du cœur (PNPP0541) ;
- Mise en place d'un dispositif d'étalement à sec et de stabilisation du corium sous eau (PNPP0976) ;
- Renforcement des voiles entre le local d'instrumentation interne du cœur (RIC) et la zone des puisards du fond de l'enceinte de confinement du bâtiment du réacteur (PNPE0460) ;
- Isolement de l'enceinte de confinement (un organe valorisé pour le Noyau Dur par traversée) ;
- Recombineurs Autocatalytiques Passifs (modification déjà déployée) ;
- Secours électrique d'une file de ventilation et de filtration de l'air de la salle de commande par le DUS via la distribution électrique du Noyau Dur ;
- Fiabilisation de la commande des soupapes du pressuriseur (PNXX0721) ;
- Remplacement des têtes de soupape SEBIM (PNPP0595) ;
- Secours électrique de la commande des soupapes du pressuriseur par le DUS ;
- Renforcement des hublots SAS BR (PNPP0631) ;
- Détection des fuites internes éventuelles de l'échangeur EAS-ND pour surveiller l'absence de contamination de la source froide (mesure réalisée sur la base d'un dispositif mobile déployé par la FARN) ;
- Mise en place détection étalement corium dans le local RIC (instrumentation cœur) (PNPE0387) ;

- EAS ND - Source Froide Mobile - Réalisation de poteaux d'arrimage des groupes de pompage de la source froide Noyaux Dur (PNPP0972) ;
- Mise en place d'un niveau de mesure puisard dans le bâtiment réacteur (PNPE0386) ;
- Mise en place de paniers de tétraborate de soude dans les puisards du bâtiment réacteur (PNPE0410) ;
- Aménagement spécifique de site pour la source froide ultime : rampes d'accès à la source froide (PNRL0844).

Ces dispositions sont décrites au Volet I - Chapitre 2 - Section 4 : Accidents avec fusion du cœur.

L'isolement de la ligne de retour des joints GMPP en situation Noyau Dur est assuré par la fermeture de la vanne extérieure de la traversée enceinte existante. Au-delà de cette disposition, le renforcement de la portion de ligne de retour des joints GMPP dans le local de la vanne d'isolement enceinte extérieure Bâtiment Réacteur est à l'étude, afin de garantir son intégrité et la bonne fermeture de la vanne même dans l'éventualité de conditions de pression et de température plus contraignantes dans la ligne (PNPE0504).

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPE0504 « Maintien en position fermée de la ligne de retour au joint n°1 GMPP en situation Noyau Dur et H3 » sera déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase « Compléments » des modifications du 4^{ème} RP 900.

7.3 FONCTIONS SUPPORTS

7.3.1 Diesel d'Ultime Secours (DUS)

Partie générique Palier

Le Diesel d'Ultime Secours fait partie des SSC nouveaux du Noyau Dur. Son rôle est d'alimenter électriquement les fonctions le nécessitant. Le DUS est abrité dans un nouveau bâtiment en béton (HDU). L'ensemble est conçu robuste au séisme Noyau Dur (SND) et protégé des agresseurs du Noyau Dur (tornade, inondation, foudre). Sa puissance est de 3050 kWe nets et EDF en installe un par réacteur sur son Parc en fonctionnement.

La disposition DUS est composée de l'ensemble des équipements de production et de distribution d'électricité du bâtiment qui le contient :

- groupe Electrogène Diesel avec auxiliaires,
- distribution électrique HT et BT, sources, et batteries de secours du contrôle-commande du Groupe Electrogène et de ses auxiliaires,
- contrôle-commande de l'installation et communication avec la tranche.

Une liaison électrique vers un tableau commun de tranche permet son conditionnement permanent. Le DUS démarre automatiquement sur perte de son alimentation permanente pour assurer son propre conditionnement en s'autoalimentant et ainsi maintenir sa disponibilité. Il dispose également d'un système de ventilation et de conditionnement des locaux du bâtiment.

Des dispositifs de raccordement sont également prévus pour permettre la connexion de moyens mobiles :

- une tuyauterie de dépotage spécifique protégée des agressions climatiques pour les appoints en carburant,
- un coffret de raccordement électrique pour la distribution d'une alimentation 6,6 kV,
- un dispositif de connexion au circuit d'air de démarrage du groupe électrogène, afin de pouvoir le secourir le cas échéant par un compresseur mobile.

L'autonomie en fuel du DUS est de 3 jours à pleine charge. Il est conçu pour fonctionner *a minima* 15 jours sans maintenance.

Cette disposition permet sur chacun des réacteurs d'un site d'assurer en cas de perte de l'ensemble des sources électriques externes et internes une alimentation électrique de l'ensemble des matériels du Noyau Dur en cas de situation « *Noyau Dur* ».

La mise en place de ce DUS est associée à la modification PNPP0666.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP0666 « Diesel d'Ultime Secours » a été intégralement réalisée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. Les impacts documentaires de cette modification ont été pris en compte.

7.3.2 Distribution Electrique Noyau Dur

Partie générique Palier

La conception de la Distribution Electrique Noyau Dur des matériels du Noyau Dur (PNPE0068) retenue par EDF permet de répondre à la fois :

- au principe énoncé dans les prescriptions techniques ASN,
- aux contraintes d'exploitation, notamment en termes de limitation de l'impact SOH, sans remettre en cause la fiabilité de la distribution électrique existante.

L'architecture électrique associée au DUS constitue une des fonctions support aux SSC du Noyau Dur, et répond à ce titre aux objectifs de sûreté du Noyau Dur. Dans ce cadre, la fonction de sûreté assurée par l'architecture électrique est la transformation et la distribution, via une architecture électrique robuste, de l'énergie fournie par le DUS ou par les moyens de réalimentation mis en œuvre par la Force d'Action Rapide Nucléaire (FARN), à l'ensemble des SSC du Noyau Dur, incluant notamment le Contrôle-Commande Noyau Dur (CC ND).

La Distribution Electrique Noyau Dur alimente l'ensemble des actionneurs du Noyau Dur :

- les nouveaux matériels (ex : pompe Noyau Dur EAS-ND),
- les matériels existants appartenant au Noyau Dur.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPE0068 « Mise en place d'une distribution électrique Noyau Dur » est en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900. Les impacts documentaires de cette modification seront également pris en compte.

7.3.3 Ventilation des locaux électriques

Partie générique Palier

La ventilation des locaux électriques est nécessaire pour garantir une température acceptable pour le fonctionnement des matériels électriques du Noyau Dur localisés dans les locaux existants. La position de sécurité « *recyclage* » des vannes d'arrivée d'air neuf est valorisée ainsi qu'une action opérateur en local afin de les repositionner en tout air neuf en cas de température extérieure élevée.

Les batteries existantes étant valorisées au titre du Noyau Dur, une ventilation des locaux batteries est nécessaire pour prévenir l'accumulation d'hydrogène après leur réalimentation par le DUS. L'extraction voie B est adéquate pour assurer cette fonction ainsi que le maintien en position ouverte des Clapets coupe-feu au soufflage voie B.

Des modifications sont engagées pour améliorer l'efficacité du conditionnement des locaux électriques au titre des études thermiques associées au Noyau Dur.

Par ailleurs, des moyens dédiés d'évacuation des calories sont à l'étude afin de garantir, si besoin, des conditions de température satisfaisantes à moyen et long termes dans certains locaux du bâtiment électrique, dont l'îlot de survie, dans les situations Noyau Dur avec perte de la réfrigération normale (perte de la source froide) de longue durée (PNPE0459).

La ventilation des locaux des batteries est renforcée au séisme SND (PNPE0118).

L'îlot de survie permet de stocker et de charger du matériel de gestion de crise, qui peut être utile en situation noyau dur. Afin de garantir la possibilité de procéder au rechargement électrique de certains matériels de crise, des prises dédiées 220 V sont ajoutées dans l'îlot de survie, secourues par le DUS (PNPE0412).

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPE0118 « Renforcement sismique de la ventilation des locaux batteries » a été intégralement réalisée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. Les impacts documentaires de ces modifications ont été pris en compte.

La modification PNPE0412 « Ajout de prises électriques 220 V dans l'îlot de survie, secourues par le DUS » sera déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900.

La modification PNPE0459 « Amélioration de la réfrigération long terme de certains locaux du bâtiment électrique, dont l'îlot de survie, en cas de perte de la source froide » sera déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase « Compléments » des modifications du 4^{ème} RP 900.

7.3.4 Contrôle-commande Noyau Dur

Partie générique Palier

La conception du contrôle-commande destiné à la conduite des matériels du Noyau Dur (PNPP0688 et PNPE0073) retenue par EDF permet de répondre à la fois :

- au principe énoncé dans les prescriptions techniques ASN,
- aux contraintes d'exploitation, notamment en termes de limitation de l'impact SOH, sans remettre en cause la fiabilité du contrôle-commande existant.

Les dispositions qui concourent au contrôle-commande des moyens du Noyau Dur satisferont aux exigences de robustesse aux situations Noyau Dur et leurs effets induits lorsque concernés.

Le contrôle-commande nécessaire aux moyens du Noyau Dur est composé de deux sous-ensembles :

- une partie qui s'appuie sur le contrôle-commande existant,
- une partie composée d'un contrôle-commande nouveau, respectant les exigences du Noyau Dur, associé aux nouveaux matériels implantés.

En cas de perte de l'alimentation des tableaux (tableaux sources de la tranche), l'alimentation du Contrôle-Commande Noyau Dur (CC-ND) se fera à partir de tensions issues des tableaux de l'architecture électrique ND associée au DUS.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPE0073 « Mise en place d'un contrôle-commande Noyau Dur pour les matériels existants »,
- PNPP0688 tome A « Mise en place d'un contrôle-commande Noyau Dur pour les nouveaux matériels »,

sont en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900. Les impacts documentaires de ces modifications seront également pris en compte.

La modification PNPP0688 tome B « Mise en place d'un contrôle commande Noyau Dur pour les nouveaux matériels » sera déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900.

La modification PNPP0688 tome E « Mise en place d'un contrôle commande Noyau Dur pour les nouveaux matériels » sera déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900.

7.3.5 Source d'eau Noyau Dur

Partie générique Palier

La source d'eau Noyau Dur permet l'alimentation en eau de la bache ASG du Refroidissement secondaire Noyau Dur ainsi que l'appoint aux piscines. Cette source d'eau Noyau Dur est conçue robuste aux agresseurs du Noyau Dur (cf. § 0).

L'architecture de la Source d'Eau Noyau Dur (PNPP0714 et PNPE0258) s'inscrit dans l'architecture globale de l'appoint Noyau Dur qui comprend :

- une source d'eau venant d'un captage en nappe, ou d'un stockage, équipée d'un dispositif de pompage si nécessaire selon les sites,
- un poste de vannage par tranche, intégré dans l'îlot Nucléaire, regroupant les vannes à manœuvrer pour assurer l'alimentation des différents utilisateurs,
- une alimentation ainsi qu'un dispositif de filtration (si nécessaire),
- une alimentation électrique du système de pompage secourue par le DUS (si nécessaire selon les sites),
- des réseaux enterrés robustes véhiculant l'eau et l'alimentation électrique des dispositifs de pompage (si nécessaire).

La Source d'Eau de l'appoint Noyau Dur doit permettre d'alimenter en eau brute la bache ASG ainsi que la piscine combustible selon les exigences suivantes :

- durée de mission retenue : 15 jours sans maintenance nécessitant son interruption,
- autonomie sur site : 3 jours sans recourir à l'intervention de la FARN,
- qualité de l'eau : eau brute compatible (éventuellement filtrée) avec les caractéristiques de fonctionnement de la MPS ASG valorisée pendant 15 jours de fonctionnement.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP0714 « Source d'eau de l'appoint Noyau Dur » est traitée au volet Volet I - Chapitre 2 - Section 1 - § 1.2.1.3 Etudes additionnelles.

La modification PNPE0258 « Mise en place du dispositif ASG-ND et ligne fixe de réalimentation de la piscine BK par SEG » sera déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900.

7.4 LA FORCE D'ACTION RAPIDE NUCLEAIRE (FARN)

La Force d'Action Rapide Nucléaire (FARN) est en charge d'acheminer les moyens en matériels et en personnels pour appuyer les équipes d'une centrale nucléaire dans la gestion d'une crise avec menace de rejet dans l'environnement.

La mobilisation de la FARN est décidée par le Directeur de Crise National (PCD-N) dans le cadre du déclenchement d'un Plan d'Urgence Interne (PUI). La FARN intervient sous couvert de l'Organisation Nationale de Crise EDF. Le responsable des opérations sur le terrain (FARN-D) pilote l'intervention de la FARN, en liaison avec la cellule de crise locale (Poste de Commandement Décision) et sous l'autorité du Directeur de la centrale, dépositaire de la responsabilité d'exploitant nucléaire.

Ce renfort national d'EDF prend la forme de quatre convois FARN, au départ des centrales de Bugey, Civaux, Dampierre et Paluel. Ce déploiement est complété par une équipe de reconnaissance provenant de la Direction de Crise basé en région parisienne. Des moyens spécifiques peuvent également être acheminés depuis une base d'entreposage nationale située dans l'Oise.

A compter de leur déclenchement, les équipes FARN accèdent au site en moins de 12 heures et les moyens d'appoint sont mis en service au plus tard à 24 heures après leur déclenchement.

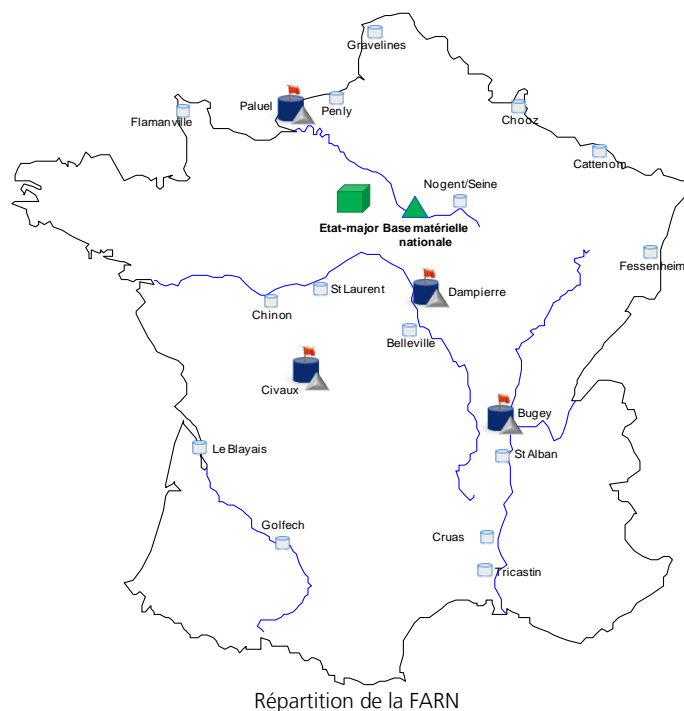
La FARN est dimensionnée pour pouvoir prendre en charge les missions d'appoint à six réacteurs simultanément. Une partie des équipes FARN est également capable d'assister l'équipe de quart et de la relever en situation stabilisée, en attente de la solidarité Palier (renfort de personnels de conduite d'une autre centrale du même Palier). La FARN peut également mettre en œuvre des balises de surveillance de l'environnement avec retransmission par satellite.

Les missions de soutien au Noyau Dur portent sur :

- l'appoint en carburant et en huile pour les Diesel Ultime Secours (DUS) et le groupe électrogène du Centre de Crise Local (CCL) à partir de 3 jours,
- l'appoint en eau de la réserve de source d'eau de l'appoint Noyau Dur (PNPP0714 et PNPE0258, cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7 – § 7.2.2.2) :
 - à partir de 3 jours lorsque celle-ci est constituée d'un stockage neuf ou en cas de substitution de tout ou partie de l'appoint Noyau Dur (PNPP0714 et PNPE0258, cf. Volet I – Chapitre 2 – Section 7 – § 7.2.2.2),
 - au plus tôt 3 jours après le début du transitoire lorsque la source d'eau de l'appoint Noyau Dur est formée d'un puits de captage en nappe phréatique,
- l'appoint en air comprimé pour le circuit SAR avant 36 heures,
- l'acheminement et la mise en service de la Source Froide Noyau Dur (SF-ND) pour le refroidissement des dispositifs EAS-ND⁶ ou PTR bis,
- l'acheminement des équipes locales sur la centrale en situation d'isolement,
- l'appui aux équipes du site pour mettre en place et surveiller les MLC (Moyens Locaux de Crise).

Les moyens FARN sont répartis sur quatre bases régionales (Bugey, Civaux, Dampierre, Paluel), une base nationale d'entreposage de matériels (à St Leu d'Esserent dans l'Oise) et la Direction de Crise en région parisienne.

⁶ Dans le cas particulier du CNPE du BUGEY, les études montrent que la mise en service de l'EAS-ND doit être réalisée sous 13 heures.



Un Service Régional FARN compte environ 70 équipiers dont 14 équipiers d'astreinte chaque semaine. Chaque service régional dispose d'une dotation identique en matériel.

La FARN est dimensionnée pour pouvoir agir en complète autonomie pendant les premières 72 heures.

Dans son schéma d'intervention, la FARN prévoit un regroupement des moyens sur une base arrière (désignée dès les premières heures de la crise) située dans un rayon de 20 à 30 km autour de la centrale.

La fiabilité de la réponse opérationnelle de la FARN repose sur quatre piliers :

- des matériels opérationnels, robustes et simples d'utilisation,
- des compétences adaptées aux interventions en situation dégradée,
- des méthodes résilientes, permettant de s'adapter aux situations rencontrées,
- des entraînements réguliers pour maîtriser les méthodes et les outils.

Les méthodes d'intervention de la FARN mettent l'accent sur la capacité d'adaptation des équipes à diverses hypothèses d'intervention : destruction des infrastructures et isolement du site, indisponibilité partielle ou totale des équipes locales, risques radiologiques et chimiques.

Afin de répondre à ces contraintes, le choix des matériels mobiles privilégie des équipements robustes, endurants, et intègre toute la logistique associée (transport, ravitaillement). Les équipements doivent être les plus standards possibles, facilement interchangeables, faciles à mettre en œuvre. Ils doivent être adaptés à un transport par route, par air et par barge. L'interopérabilité avec d'autres acteurs de la crise est également recherchée (pompiers, sécurité civile, militaires).

La majorité des équipiers FARN exercent également un autre métier (conduite, maintenance, logistique, radioprotection...) sur leur centrale d'origine. Après une formation initiale de six semaines, ils consacrent vingt semaines par an à leur activité FARN. Cette activité combine le maintien en condition opérationnelle des équipements, l'entraînement régulier et plusieurs exercices complets de mise en situation chaque année.

L'organisation de la FARN ainsi définie et constituée est totalement opérationnelle à EDF depuis fin 2015.

7.5 CENTRE DE CRISE LOCAL

Partie générique Palier

L'objectif du Centre de Crise Local (CCL) est de permettre à l'exploitant du CNPE de gérer dans la durée une crise importante (notamment une gestion de crise sur plusieurs réacteurs). Il permet une accessibilité, une autonomie et une habitabilité adéquates en cas de crise et est dimensionné pour résister à des agressions externes retenues pour le Noyau Dur.

Le CCL protège ses utilisateurs d'une ambiance radioactive extérieure et intérieure (contamination). A cet effet, le CCL dispose d'une protection passive constructive dimensionnée sur la base des éléments maximum de radiation à l'extérieur du site et d'un dispositif de filtration réduisant la teneur en sources de contamination/irradiation dans le cas d'un rejet consécutif à un accident de fusion totale du cœur sur une tranche du site. Le CCL dispose d'une zone de décontamination. Les modalités de traitement des effluents et des déchets (contaminés ou non) permettent de s'adapter à la situation extérieure, particulièrement afin de ne pas dégrader les conditions dosimétriques intérieures dans le cas où l'environnement externe serait particulièrement contaminé.

Le CCL est également dimensionné pour protéger ses occupants des risques chimiques.

Le CCL dispose d'une supervision de l'ensemble des informations nécessaires à la gestion de la crise issues de l'ensemble des tranches du site. La retransmission des informations issues des tranches est automatique. Des dispositions organisationnelles permettent de retransmettre les données utiles à la gestion de crise si la remontée des informations venait à ne plus être assurée (notamment des moyens de télécommunications filaires ou satellitaires diversifiés, voire par des moyens de télécommunication autonomes via téléphone satellitaire).

Le CCL dispose d'une alimentation électrique autonome assurée par un Groupe Electrogène de Secours (GES) et des batteries. Sans aucune intervention locale, l'autonomie du groupe est fixée à 72h à pleine charge (carburant, lubrifiant). Au-delà, les appoints sont réalisés par la FARN si nécessaire.

Par conception, la durée de mission du GES, sans obligation de maintenance nécessitant un arrêt du groupe, est fixée à 15 jours. Le CCL dispose d'une connexion (« *plug* ») permettant à la FARN de connecter le matériel nécessaire à l'alimentation du CCL depuis l'extérieur.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les travaux de construction du CCL de Bugey font l'objet des modifications PNPP0765 « Construction CCL » et PNPP0683 « Construction CCL - retransmission des informations de tranche au CCL ». Ces modifications seront déployées dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur le CNPE du Bugey prévue au plus tard fin 2026.

7.6 DIMENSIONNEMENT DU NOYAU DUR AUX AGRESSIONS ET À LEURS EFFETS INDUITS

Le Noyau Dur doit être dimensionné aux agressions dites Noyau Dur (i.e. dont le niveau de sévérité dépasse significativement celui considéré dans le référentiel de sûreté des installations). Les paragraphes qui suivent, listent les agressions prises en compte à la conception, ainsi que leurs caractéristiques, et les protections associées mises en œuvre.

Les agressions naturelles externes prises en compte sont le séisme, l'inondation et la tornade.

7.6.1 Séisme Noyau Dur

Partie générique Palier

□□ L'aléa

Le niveau de séisme extrême à prendre en compte pour le Noyau Dur est défini par la prescription ECS-ND7 de la décision n° 2014-DC-0396 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 21 janvier 2014 applicable au CNPE du Bugey :

« L'aléa sismique, à prendre en compte pour les SSC du Noyau Dur, défini par un spectre de réponse, doit :

- être enveloppe du séisme majoré de sécurité (SMS) de site, majoré de 50 %,
- être enveloppe des spectres de site définis de manière probabiliste avec une période de retour de 20 000 ans,
- prendre en compte pour sa définition, les effets de site particuliers et notamment la nature des sols. »

Les spectres ainsi définis sont appelés « *SND* » (Séisme Noyau Dur). Ces spectres sismiques ont pour objectif de procurer des marges significatives par rapport au Séisme Majoré de Sécurité (SMS).

□□ Méthode de vérification et renforcements mis en œuvre

Lorsque le SND est supérieur au niveau sismique de dimensionnement, les SSC existants sont vérifiés robustes au SND du site de Bugey considéré à l'aide de guides de capacité sismique selon les familles de matériels et sont renforcés si besoin. L'identification des SSC nécessitant des renforcements pour assurer la robustesse au niveau d'aléa sismique défini par EDF en application de la prescription [ECS-ND7] répond à la prescription technique [AGR-F-I], émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900.

Les modifications suivantes permettant les renforcements des SSC existants sont réalisées, dans le cadre de la prescription [AGR-F-II] :

- Robustesse au SND des systèmes de ventilation noyau dur (PNPE0358),
- Robustesse au SND des tuyauteries (PNPE0332),
- Robustesse au SND des matériels électriques et contrôle commande (PNPE0357),
- Robustesse au SND de l'instrumentation (PNPE0478),
- Robustesse au SND des chemins de câbles (PNPE0285),
- Renforcement au SND du Circuit Primaire Principal et du Circuit Secondaire Principal (PNPE0333),
- Robustesse au SND des bâtiments BAN/BL/BPO (PNPE0056),
- Dispositif d'isolement des déminéraliseurs PTR (PNPE0428),
- Remplacement du capteur Noyau Dur de niveau de la bache PTR (PNPE0336),

- Robustesse au SND de plusieurs chaînes de mesures nécessaires à la conduite en situation Noyau Dur, avec retransmission en salle de commande, telles que les mesures de niveaux piscines (PNPE0128, PNPP0824, PNPP0907), les mesures représentatives de l'efficacité de la borication haute pression (PNPE0298), une mesure spécifique de niveau puisards BR (PNPE0386), les mesures représentatives d'une perte de la source froide de sûreté (PNPE0305) ainsi que les mesures permettant la détection d'un séisme significatif ainsi que l'arrêt Automatique du Réacteur sur séisme significatif (PNPE0115).

EDF réalisera les compléments d'études en réponse à la prescription [AGR-F-III] :

« Pour les réacteurs des centrales nucléaires du Blayais, du Bugey, de Chinon, de Cruas et du Tricastin, l'exploitant étudie les possibilités de renforcement permettant de faire face à des niveaux d'aléa sismique plus élevés que ceux mentionnés au I pour tenir compte des incertitudes sur la détermination de l'aléa extrême et les éventuels effets de site particuliers. Il définit les éventuelles modifications à mettre en œuvre au regard des enjeux pour la sûreté et le calendrier associé. »

Pour les SSC nouveaux du Noyau Dur, qui font l'objet d'affaires dédiées, un spectre majoré par rapport au spectre SND est retenu.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificités vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPP0907 « Création d'un système de refroidissement mobile diversifié PTR bis » à l'exception du tome I,
- PNPE0128 « Mesures de niveau « Tout ou Rien » en piscine réacteur »,

sont en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900. Les impacts documentaires de ces modifications seront également pris en compte.

La modification PNPP0907 tome I « Résorption de la problématique d'injection de bulles en piscine BK » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche 3 du CNPE du Bugey prévue au plus tard en phase B.

Le déploiement des modifications suivantes sur la tranche 3 du CNPE du Bugey est prévu dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900 en application de la prescription [AGR-F-II] :

- PNPE0056 « Robustesse au séisme Noyau Dur des bâtiments BAN / BL / BPO »,
- PNPE0115 « Ordre d'Arrêt Automatique Réacteur sur Séisme et information d'un séisme significatif, robustes au Séisme Noyau Dur »,
- PNPE0285 « Robustesse au séisme Noyau Dur des chemins de câbles »,
- PNPE0298 « Robustesse Noyau Dur de l'information représentative de l'efficacité de la borication haute pression »,
- PNPE0305 « Mise en place d'une détection d'une situation H1 robuste au séisme Noyau Dur »,
- PNPE0332 « Robustesse au séisme Noyau Dur des tuyauteries »,
- PNPE0336 « Remplacement du capteur Noyau Dur de niveau de la bache PTR »,

- PNPE0357 « Robustesse au séisme Noyau Dur des matériels électriques et contrôle commande »,
- PNPE0358 « Robustesse au séisme Noyau Dur des systèmes de ventilation Noyau Dur »,
- PNPE0428 « Robustesse au Séisme Noyau Dur - Dispositif d'isolement des déminéraliseurs PTR »,
- PNPE0478 « Robustesse au SND de l'instrumentation »,
- PNPP0824 « Ajout d'une chaîne de mesure de niveau analogique de la piscine combustible BK ».

La modification PNPE0386 « Mise en place d'un niveau de mesure puisard dans le bâtiment réacteur » est décrite au Volet I - Chapitre 2 - Section 4 : Accidents avec fusion du cœur.

La modification PNPE0333 « Renforcement au séisme Noyau Dur du Circuit Primaire Principal, du Circuit Secondaire Principal et supportage DRR » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche 3 du CNPE du Bugey prévue de la manière suivante :

- Tome A relatif aux renforts liés aux DRR au plus tard lors du 2^{ème} arrêt suivant l'arrêt VD4,
- Tome B relatif aux renforts liés au SND au plus tard en phase B.

7.6.2 Inondation externe Noyau Dur

Partie générique Palier

❖ L'aléa

Deux phénomènes d'inondation externe sont considérés :

- les inondations externes associées à la montée du niveau de la source froide,
- les inondations par déversement direct sur la plateforme liées à des pluies de forte intensité ou consécutives à la ruine d'ouvrages d'eau sur la plate-forme (au titre des effets induits par le séisme).

Inondations externes associées à la montée de niveau de la source froide

Pour les inondations externes associées à la montée de la source froide, les situations suivantes sont prises en compte pour le dimensionnement des protections des SSC du Noyau Dur :

- crue fluviale dont le débit serait supérieur de 30 % à celui de la Crue Millénale Majorée,
- pour les sites bord de mer, le niveau marin extrême résultant d'une majoration forfaitaire du niveau de référence déterminé en application du guide ASN n° 13, avec prise en compte des effets d'une houle centennale propagée sur le niveau statique ainsi obtenu,
- ruptures multiples de barrages en amont du site sous l'effet d'un séisme.

Inondations par déversement direct sur la plateforme

Pour les inondations par déversement direct sur la plateforme, les situations suivantes sont prises en compte pour le dimensionnement des protections des SSC du Noyau Dur :

- pluies de Forte Intensité (PFI) dont l'intensité est doublée vis-à-vis des PFI d'occurrence centennale du référentiel,
- pluies de Forte Intensité associées à l'obstruction totale des avaloirs du réseau d'évacuation d'eaux pluviales,
- inondation consécutive à la ruine d'ouvrages d'eau sur la plate-forme.

❖ Phénomènes naturels liés à l'inondation

Vent extrême

Les vents correspondants aux situations d'inondations externes Noyau Dur par montée du niveau de la source froide (hors crues fluviales) ou par déversement direct sur la plateforme sont considérés de type laminaire en régime établi. Ils présentent un caractère régional et s'inscrivent dans une durée de quelques heures, avec des vitesses pouvant atteindre au paroxysme une valeur de 150 km/h pour le site de Bugey.

En pratique, par découplage, la vérification des SSC du Noyau Dur vis-à-vis des vents extrêmes pourra s'appuyer sur la vérification effectuée pour le risque tornade.

Foudre

Pour le site de Bugey, les fonctions du Noyau Dur seront vérifiées en considérant un risque de foudre dont le courant maximal choisi de 300 kA comprend une marge significative de 50 % par rapport au niveau le plus haut pour lequel les normes NF EN 62305-3 et 62305-4 dimensionnent les protections (200 kA).

Grêle

Pour le site de Bugey, les fonctions du Noyau Dur seront vérifiées en considérant un risque de grêle de caractéristiques suivantes et des modifications sont mises en œuvre si nécessaire :

- Diamètre 50 mm,
- Vitesse : 32 m/s,
- Densité : de l'ordre de 0,9 g/cm³.

❖ Protections mises en œuvre

Les bâtiments contenant des SSC du Noyau Dur sont protégés :

- de l'inondation par déversement sur la plateforme par les protections rapprochées basse,
- de l'inondation par montée de la source froide :
 - soit par la protection rapprochée haute qui protège les bâtiments,
 - soit par des protections périphériques (digues par exemple) qui protègent le site.

Protection rapprochée basse

La protection rapprochée basse (PNPP0675) consiste à protéger les ouvertures en superstructure de l'îlot nucléaire et des stations de pompage situées en deçà des niveaux de découplage fixés par le calfeutrement des traversées et la mise en place de seuils et batardeaux au droit des portes.

Les phénomènes entraînant un déversement sur la plateforme sont non prévisibles et les protections destinées à empêcher la venue massive d'eau par déversement depuis la plateforme dans les bâtiments contenant des SCC Noyau Dur, les locaux Diesel et la station de pompage pour prévenir le risque de perte de la source froide et des sources électriques « H1/H3 ») sont donc présentes en permanence.

Pour le CNPE du Bugey, la protection rapprochée basse (PNPP0675) permet de protéger toutes les ouvertures (accès et trémies) en superstructure de l'îlot nucléaire et des stations de pompage, situées en deçà des niveaux réévalués du référentiel « inondation externe ».

Protection rapprochée haute

La protection rapprochée haute s'appuie en infrastructure sur la protection volumétrique (PV) hors station de pompage et bâtiments Diesel. Elle consiste à étancher en superstructure la périphérie de l'îlot nucléaire sur le périmètre de la PV hors Diesel d'une part et à étancher les nouvelles interfaces en infrastructure, entre la périphérie de l'îlot nucléaire sur le périmètre de la PV hors Diesel et les autres bâtiments et galeries de la protection volumétrique par la mise en place de batardeaux et portes étanches.

Les phénomènes entraînant une montée de la source froide sont prédictibles. Les protections destinées à empêcher la venue massive d'eau dans le volume de la PV limité au périmètre Noyau Dur de l'îlot nucléaire sont disponibles au plus près des zones d'installation et conçues pour être mises en place rapidement sans moyens de manutention lourds.

Pour le CNPE du Bugey, le périmètre du Noyau Dur protégé comprend l'ensemble des bâtiments de l'îlot nucléaire excepté les bâtiments Diesel et la station de pompage. Sur son tracé, la protection rapprochée haute s'appuie sur le périmètre Noyau Dur de la Protection Volumétrique existant, complétée par des batardeaux modulaires (ensemble des glissières latérales et des lisses) au droit de chacun des accès Noyau Dur situés au niveau plateforme, des portes, trappes et cloisons anti-inondation installées à demeure et des systèmes permettant d'éviter le risque de by-pass entre la zone inondée et la zone protégée (dispositifs anti-retour, organe d'isolement mécanique manuel, cloisons).

Compte tenu de la cinétique d'inondation, les moyens d'obturation amovibles sont mis en œuvre de manière anticipée (batardeaux et fermeture de vannes notamment).

Compte tenu des protections mises en place, l'inondation générée par la montée de la source froide est donc sans impact sur les bâtiments et équipements du Noyau Dur à protéger vis-à-vis de l'inondation externe « au-delà du référentiel » par montée de la source froide (PNPP0883).

Protection périphérique

Les études concluent à la robustesse du CNPE du Bugey, à l'exception des obturateurs SEO. C'est pourquoi EDF déploie la modification PNRL0888, qui consiste à réaliser une modification de la commande du système de gonflage afin d'assurer une opérabilité manuelle de la vanne après séisme.

Digues des sites en bord de rivière

De façon à couvrir les débordements de la source froide qui seraient provoqués par un séisme au-delà du dimensionnement, les sites « *bord de rivière* » ont fait l'objet d'études complémentaires :

- afin de déterminer le niveau de robustesse au séisme des digues des sites en bordure de canaux dont le niveau est supérieur au niveau de la plateforme,
- afin d'analyser l'impact des ruptures multiples de barrages (soit situés dans une même vallée, soit situés dans des vallées parallèles en amont du site).

Les études concluent à la robustesse du CNPE du Bugey. Aucune modification n'est nécessaire.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPP0675 « Protection contre l'inondation externe par déversement direct sur la plate-forme »,
- PNPP0883 « Protection rapprochée haute du Noyau Dur contre l'inondation externe »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. Les impacts documentaires de ces modifications ont été pris en compte.

La modification PNRL0888 « Modification des boudruches SEO » sera déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900.

7.6.3 Tornade Noyau Dur

Partie générique Palier

❖ L'aléa

L'évaluation de l'aléa s'appuie sur une approche fondée sur le retour d'expérience des tornades observées en France. Cette approche conduit à retenir une tornade d'intensité EF3 sur l'échelle Enhanced Fujita (EF) sur le site du Bugey.

❖ Protections mises en œuvre

Les modifications sont spécifiques à chacun des équipements à protéger ou des structures à renforcer (bâches PTR, certains équipements des casemates vapeur...).

Les protections envisagées (liste non limitative) par EDF vis-à-vis de la tornade Noyau Dur sont des tôles métalliques, des caillebotis, des filets, des charpentes métalliques (PNPE0119). EDF déploie également une modification assurant la robustesse des gaines de ventilation à la tornade (PNPE0358) et une modification permettant de sécuriser les éléments non fixés en toiture des DUS (PNPE0481).

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNPE0358 « Robustesse au SND des systèmes de ventilation noyau dur »,
- PNPE0481 « Traitement des éléments non fixés des toiture du DUS »

seront déployées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900. La modification PNPE0119 « Protections passives de l'îlot nucléaire à la tornade » sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche 3 du CNPE du Bugey prévue au plus tard fin 2027.

7.6.4 Effets induits sur le site par les phénomènes naturels au-delà du dimensionnement

Partie générique Palier

Le Noyau Dur doit être robuste aux effets potentiellement induits à la suite des agressions Noyau Dur considérées : les effets potentiellement induits par la défaillance de matériels non Noyau Dur à la suite d'un des phénomènes naturels considérés ne doivent pas compromettre les fonctions du Noyau Dur.

Les effets induits considérés sont les phénomènes suivants :

- chute de charge,
- choc provenant d'autres composants et structures,
- fouettement direct de tuyauteries haute énergie,
- inondation,
- explosion,
- incendie.

La démarche appliquée pour la vérification de la robustesse du Noyau Dur aux effets induits est une démarche pragmatique, reposant sur des méthodes et des hypothèses réalistes adaptées à l'enjeu, et qui vise à concentrer les efforts d'analyse sur les principaux risques.

L'objectif poursuivi en priorité est la prévention des effets induits susceptibles de remettre en cause l'accomplissement des fonctions Noyau Dur. Le périmètre de la démarche est défini par un ensemble d'hypothèses structurantes conduisant à orienter la vérification :

- sur l'intégrité des systèmes ou des composants non Noyau Dur contenant un fluide,
- sur la stabilité des matériels non Noyau Dur pouvant en cas de défaillance à la suite d'une agression Noyau Dur (séisme, inondation ou tornade) avoir un impact direct sur la capacité d'une cible Noyau Dur à assurer sa fonction.

Si un risque d'endommagement des SSC du Noyau Dur de nature à remettre en cause la réponse aux objectifs du Noyau Dur est mis en évidence, des dispositions sont mises en œuvre pour supprimer ce risque (renforcement ou déplacement des sources d'effets induits, voire déplacement de l'équipement du Noyau Dur menacé) ou protéger le Noyau Dur contre les phénomènes physiques redoutés. Des analyses, notamment probabilistes, peuvent être utilisées pour justifier les dispositions.

Suite à l'analyse des effets potentiellement induits à la suite des agressions extrêmes, EDF déploie une modification de robustesse au SND du pont polaire du bâtiment réacteur (PNPP0898).

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La réalisation de la modification TCDI190101 « Modifications pour prise en compte des effets induits mécaniques sur les matériels Noyau Dur » est requise sur les tranches impaires du CNPE du Bugey. Sa réalisation est donc requise en tranche 3.

Bilan de l'état de la tranche

La modification PNPP0898 « Renforcements du pont polaire au séisme Noyau Dur » a été intégralement réalisée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. Les impacts documentaires de cette modification ont été pris en compte.

La modification TCDI190101 « Modifications pour prise en compte des effets induits mécaniques sur les matériels Noyau Dur » sera déployée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900.

7.7 CONCLUSION

La mise en place suite à l'accident de la centrale Fukushima, d'un Noyau Dur de dispositions matérielles et organisationnelles, vient renforcer la robustesse des installations du Palier CP0 Bugey à l'égard des situations Noyau Dur potentiellement consécutives à une agression externe Noyau Dur.

Les niveaux d'aléas naturels retenus pour dimensionner ces dispositions tiennent compte du REX d'exploitation national et international, de l'évolution des connaissances et de l'exploitation des meilleures pratiques disponibles.

Les dispositions Noyau Dur pérennes prises par EDF répondent aux prescriptions techniques ASN de 2014 et aux prescriptions émises par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900. Elles permettent de prévenir ou limiter les rejets radioactifs massifs et les effets durables dans l'environnement dans les situations considérées. Elles permettent à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une crise.

Les dispositions matérielles du Noyau Dur sont des éléments importants pour la protection des intérêts. Elles font l'objet d'exigences de conception, fabrication, installation, aptitude au suivi en exploitation, exploitation pendant toute la durée de vie de l'installation.

Les dispositions Noyau Dur sont déployées par EDF de manière concomitante au quatrième réexamen périodique. Ces dispositions sont valorisées dans le cadre de la réévaluation (cf. Volet I – Chapitre 2 – Sections 1 à 4) et contribuent ainsi à la réponse aux objectifs du réexamen.

VOLET II – INCONVENIENTS

SOMMAIRE DU VOLET II

CHAPITRE 1 : CONFORMITE

CHAPITRE 2 : REEVALUATION

CHAPITRE 1 : CONFORMITE

0	INTRODUCTION	264
1	APPRECIATION DE LA SITUATION DE L'INSTALLATION AU REGARD DES REGLES QUI LUI SONT APPLICABLES	265
1.1	SITUATION ET ORGANISATION DE L'INSTALLATION.....	265
1.1.1	L'INSTALLATION ET LA MAITRISE DES INCONVENIENTS	265
1.1.1.1	PRESENTATION DE L'INSTALLATION	265
1.1.1.2	PRESENTATION DES INCONVENIENTS QUE L'INSTALLATION PRESENTE POUR LES INTERETS PROTEGES	266
1.1.1.3	PRESENTATION DE L'ORGANISATION POUR LA MAITRISE DES INCONVENIENTS POUR LA PROTECTION DES INTERETS	267
1.1.2	LE RESPECT DE LA REGLEMENTATION	272
1.1.2.1	TEXTES REGLEMENTAIRES APPLICABLES.....	272
1.1.2.2	MAITRISE DE LA CONFORMITE REGLEMENTAIRE	274
1.2	BILAN DE L'EXPERIENCE ACQUISE AU COURS DE L'EXPLOITATION.....	278
1.2.1	ANALYSE DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS	278
1.2.2	CONFORMITE DES EIP A LEURS EXIGENCES DEFINIES.....	281
1.2.3	CONTROLES COMPLEMENTAIRES SUR LES EQUIPEMENTS DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS ET DE CONDITIONNEMENT DES DECHETS	282
1.2.4	MAITRISE DES INCONVENIENTS POUR LA PROTECTION DES INTERETS.....	283
1.2.4.1	BILAN DES PRELEVEMENTS ET CONSOMMATIONS D'EAU	283
1.2.4.2	BILAN DES REJETS D'EFFLUENTS	285
1.2.4.3	BILAN DES REJETS THERMIQUES	306
1.2.4.4	BILAN DES DECHETS.....	308
1.2.4.5	NUISANCES	318
1.3	CONCLUSION	320

0 INTRODUCTION

Conformément à l'article L. 593-18 du code de l'environnement : « *Ce réexamen doit permettre d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables et d'actualiser l'appréciation des risques ou inconvénients que l'installation présente pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1, en tenant compte notamment de l'état de l'installation, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances, dont celles sur le changement climatique et ses effets, et des règles applicables aux installations similaires.* ».

La première partie du réexamen périodique des inconvénients permet « *d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables* ». Cette appréciation se base sur l'organisation de l'installation pour la maîtrise des inconvénients qu'elle présente pour les intérêts protégés et pour la maîtrise de sa conformité aux règles qui lui sont applicables, et sur le bilan de l'expérience acquise sur dix ans.

La deuxième partie du réexamen périodique des inconvénients vise à « *actualiser l'appréciation des [...] inconvénients que l'installation présente pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1* » et se fonde sur les éléments suivants :

- l'analyse des performances des moyens de prévention et réduction des impacts et nuisances engendrés par le CNPE au regard de l'efficacité des meilleures techniques disponibles ;
- l'analyse de l'état chimique et radiologique de l'environnement au voisinage du site⁷, et sur le CNPE (état des sols) ;
- les éléments permettant le réexamen des limites de rejet des substances mentionnées dans le tableau annexé à l'article R. 211-11-1 du code de l'environnement ;
- le bilan des études menées, l'état des études restant à conduire et l'échéancier prévisionnel du reconditionnement des déchets ;
- les éléments permettant le réexamen des prescriptions associées au contrôle permanent de la radioactivité ou au doublement des chaînes de mesure ;
- la mesure des niveaux d'émission sonore du site.

⁷ La dénomination du « site du Bugey » fait référence au CNPE du Bugey (INB n° 78, 89 et 102), à Bugey 1 (INB n° 45) et à ICEDA (INB n° 173).

1 APPRECIATION DE LA SITUATION DE L'INSTALLATION AU REGARD DES REGLES QUI LUI SONT APPLICABLES

1.1 SITUATION ET ORGANISATION DE L'INSTALLATION

1.1.1 L'installation et la maîtrise des inconvénients

1.1.1.1 Présentation de l'installation

Le site du Bugey est situé sur la commune de Saint-Vulbas, dans le département de l'Ain (01), en région Auvergne-Rhône-Alpes (Cf. Figure 1). Il se trouve sur la rive droite du Rhône, à environ 35 kilomètres à l'est de Lyon. Il est implanté entre la route départementale D20, reliant Loyettes à Lagnieu, et le Rhône, à 10 km en amont de la confluence avec l'Ain.

Les agglomérations les plus importantes situées à proximité du site sont Loyettes à 5 km au sud-ouest, Charvieu-Chavagneux à 10 km au sud-ouest, Crémieu à 9 km au sud, Lagnieu à 12 km au nord-nord-est et Ambérieu-en-Bugey à 20 km au nord-nord-est.

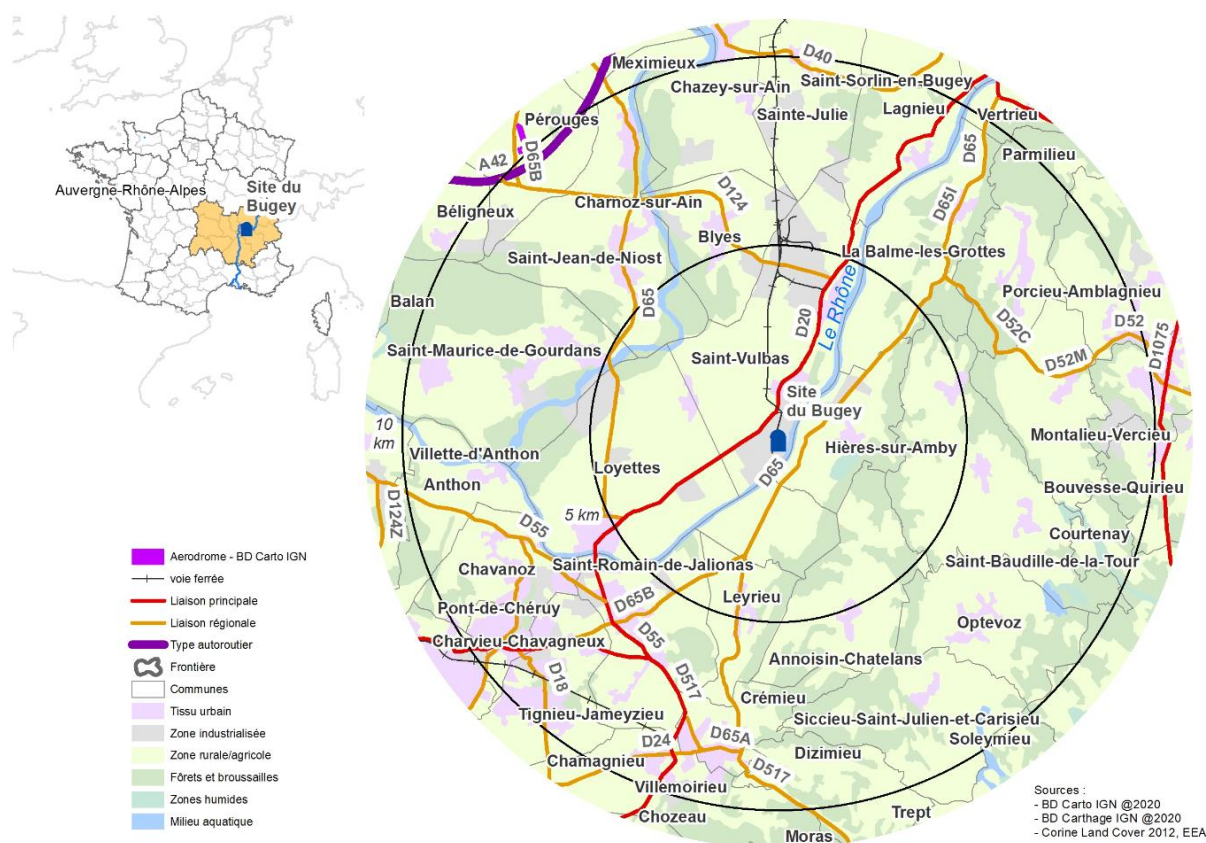


Figure 1 : Localisation du site du Bugey

Le site du Bugey s'étend sur une superficie d'environ 110 hectares, il comporte cinq Installations Nucléaires de Base :

- l'INB n° 45, ancienne unité de production appelée « réacteur n° 1 » ou « Bugey 1 », réacteur nucléaire de la filière Uranium Naturel Graphite Gaz (UNGG), d'une puissance électrique de 526 MWe et actuellement en cours de démantèlement ;
- l'INB n° 78, constituée de 2 réacteurs à Eau Pressurisée (REP) jumelés (réacteurs n° 2 et n° 3) d'une puissance électrique unitaire de 925 MWe. Ces deux réacteurs sont refroidis en circuit ouvert par l'eau du Rhône ;
- l'INB n° 89, constituée de 2 réacteurs à Eau Pressurisée (REP), jumelés (réacteurs n° 4 et n° 5), d'une puissance électrique unitaire de 900 MWe. Ces deux réacteurs sont refroidis en circuit fermé au moyen de deux aéroréfrigérants par réacteur ;
- l'INB n° 173, l'Installation de Conditionnement et d'Entreposage de Déchets Activés (ICEDA) ;
- l'INB n° 102, local d'entreposage de combustible neuf à destination du Parc, appelé « Magasin Inter-Régional ».

1.1.1.2 Présentation des inconvénients que l'installation présente pour les intérêts protégés

Selon l'article 4.1. I. de l'arrêté du 7 février 2012 modifié, dit arrêté INB « *Les inconvénients [...] incluent, d'une part, les impacts occasionnés par l'installation sur la santé et l'environnement du fait des prélèvements d'eau et rejets, et, d'autre part, les nuisances qu'elle peut engendrer, notamment par la dispersion de micro-organismes pathogènes, les bruits et vibrations, les odeurs ou l'envol de poussières.* ». La gestion des déchets est également retenue par EDF comme relevant du volet inconvénients, car elle est liée au fonctionnement normal des installations.

Les inconvénients retenus en application du principe de proportionnalité aux enjeux tel que décrit à l'article 1.1 de ce même arrêté et que le site du Bugey présente pour les intérêts protégés sont liés aux :

- prélèvements et consommation d'eau ;
- rejets d'effluents radioactifs et chimiques ;
- rejets thermiques ;
- déchets radioactifs et conventionnels ;
- nuisances liées à la dispersion de micro-organismes pathogènes ;
- nuisances liées aux émissions sonores.

1.1.1.3 Présentation de l'organisation pour la maîtrise des inconvénients pour la protection des intérêts

1.1.1.3.1 Management de l'environnement

Tous les CNPE disposent d'un Système de Management Intégré (SMI) qui inclut le domaine environnement certifié « ISO 14001 » depuis 2002. La dernière certification de l'ensemble des CNPE selon la norme ISO 14001 (version 2015), intégrant le CNPE⁸ du Bugey, a eu lieu en mars 2023.

Le management de l'environnement des sites nucléaires relève du processus « Améliorer et contrôler les performances environnementales » du SMI du CNPE. Les finalités de ce processus sont d'identifier, prévenir et maîtriser l'impact sur l'environnement et contribuer à l'amélioration continue des performances dans le respect de la réglementation environnementale. La direction de chaque CNPE assure le pilotage stratégique du management de l'environnement et chaque métier contribue à son niveau à la maîtrise des inconvénients, notamment au travers des analyses environnementales qui couvrent toutes les activités du CNPE.

Les revues annuelles du processus environnement analysent les résultats et définissent les actions à mener pour l'année suivante, en assurant si nécessaire une vision pluriannuelle. Ces actions sont prises en compte par les services du CNPE.

L'organisation intégrée mise en place permet d'assurer la prise en compte des enjeux environnementaux dans l'ensemble des activités du CNPE.

Les missions Ressources Humaines des CNPE sont responsables du pilotage du processus de management des compétences. Le personnel suit une sensibilisation aux enjeux environnementaux, à la réglementation applicable et à la démarche d'amélioration continue. Les prestataires sont formés par leur entreprise sur la base des exigences d'exploitation définies dans les contrats.

Dans le cadre de la démarche d'amélioration continue, les actions suivantes sur l'amélioration du management de l'environnement sont engagées :

- Les activités environnementales des CNPE sont gérées actuellement par quatre applications du système d'information d'EDF. Dans le cadre de la démarche d'amélioration continue et afin d'anticiper les volumes croissants des données collectées et de traiter les besoins d'évolution liés à l'intégration des nouvelles exigences réglementaires et normatives, il a été décidé de remplacer ces applications par un nouveau Système d'Information pour les Rejets et l'Environnement du Nucléaire d'EDF (SIRENe). Le déploiement de ce système d'information est soldé pour le CNPE du Bugey.
- EDF a engagé, pour ses activités nucléaires, une refonte de son référentiel environnement afin d'harmoniser les pratiques d'exploitation sur les sites nucléaires, d'améliorer la professionnalisation des intervenants et leur sensibilité aux enjeux environnementaux. Le déploiement des nouveaux documents du référentiel environnement et leur accompagnement auprès des sites, y compris pour le CNPE du Bugey a été finalisé en décembre 2021. Par la suite, ce référentiel sera mis à jour au fur et à mesure, en fonction des évolutions réglementaires et normatives, des prescriptions internes et du retour d'expérience.

⁸ La notion de CNPE dans l'ensemble de cette note correspond aux INB de production électrique en exploitation présents sur le site (réacteurs n° 2, 3, 4 et 5).

1.1.1.3.2 Optimisation des rejets d'effluents et des déchets

Afin de respecter les dispositions réglementaires qui lui sont applicables, le site du Bugey est organisé pour assurer une gestion optimisée des rejets d'effluents et des déchets.

Cette gestion optimisée consiste à :

- réduire à la source la production d'effluents et de déchets ;
- collecter de façon sélective les effluents et les déchets pour traiter chacun d'eux le plus efficacement possible, voire, dans certains cas, les réutiliser ;
- optimiser les conditionnements des circuits afin de limiter les rejets de substances chimiques, tout en préservant l'efficacité de ces conditionnements ;
- maintenir l'implication des acteurs ;
- garantir la performance des installations de traitement des effluents.

Concernant ce dernier point, il est à noter qu'EDF a engagé en 2012, au niveau de l'ensemble du Parc nucléaire français, des actions afin d'optimiser la maintenance et l'exploitation des évaporateurs du système de Traitement des Effluents Usés (TEU).

Ces actions se traduisent par :

- Une optimisation de la maintenance

Les évaporateurs TEU doivent satisfaire aux exigences réglementaires de l'arrêté ministériel relatif aux Equipements Sous Pression Nucléaires (ESPN) qui doivent être déclinées dans un Programme de Base des opérations d'Entretien et de Surveillance (PBES).

Les évaporateurs TEU du Bugey ne sont pas identifiés comme des équipements sous pression nucléaires au regard de leurs caractéristiques techniques. Toutefois, la maintenance des évaporateurs TEU du Bugey est assurée par un programme de base de maintenance préventive, qui préconise une inspection externe des évaporateurs avec une périodicité recommandée de 5 ans.

- Une optimisation des pratiques d'exploitation

Les conditions d'exploitation et l'attention portée par l'exploitant sur l'ensemble de la chaîne de traitement, y compris la partie aval au système TEU, sont des facteurs importants dans le maintien opérationnel des matériels. Ainsi, les pratiques d'exploitation préconisées, comme la filtration en amont des évaporateurs, le suivi de l'état des bâches d'entreposage ou le rinçage de l'installation après utilisation, permettent d'éviter les risques d'endommagement et la prise en masse dans les évaporateurs.

Plus précisément, la filtration en amont des évaporateurs et le suivi de l'état des bâches d'entreposage permettent d'éviter l'encrassement du poste d'évaporation.

Le rinçage de l'installation après utilisation et le respect de l'ensemble des spécifications chimiques du poste d'évaporation protègent contre les risques de corrosion et de cristallisation/prise en masse des évaporateurs.

La mutualisation des pratiques d'exploitation fait l'objet d'un « Guide d'exploitation du système TEU » dont la mise à jour a été faite en janvier 2017. Ce guide a pour objectif, en s'appuyant sur les études d'optimisation du traitement du système TEU et sur l'analyse des pratiques de site, de proposer des recommandations permettant d'améliorer le fonctionnement et la disponibilité des évaporateurs et des déminéraliseurs TEU, d'optimiser le remplacement des filtres et des résines et d'améliorer la qualité des concentrats évacués, permettant ainsi de traiter davantage de bore pour un même nombre d'échantillons.

1.1.1.3.3 Surveillance de l'environnement

EDF met en place, depuis la mise en service des CNPE, un programme de surveillance de l'environnement.

La surveillance de l'environnement remplit trois fonctions principales :

- une fonction de suivi et d'étude visant à s'assurer de l'absence d'impact à court et long terme des prélèvements et des rejets sur les écosystèmes terrestre et aquatique. C'est l'objet des campagnes de mesures saisonnières de radioécologie et d'hydroécologie ;
- une fonction de contrôle du bon fonctionnement global des installations au travers des paramètres que la réglementation demande de suivre à différentes fréquences. Les résultats des mesures sont comparés soit aux limites autorisées, soit à des valeurs repères : seuils de décision de la mesure (précision des appareils de mesures), limites de quantification des mesures et bruit de fond naturel ;
- une fonction d'alerte assurée au moyen de mesures en continu. Elle permet la détection précoce de toute évolution atypique d'un ou plusieurs paramètres liés aux rejets ou à l'environnement afin de déclencher des investigations et, si nécessaire, des actions de prévention (arrêt du rejet, par exemple).

EDF met en œuvre régulièrement des actions d'amélioration des matériels liés à la surveillance de l'environnement. Ainsi, des affaires menées à l'échelle du Parc nucléaire français d'EDF ont permis d'apporter des améliorations sur le système de surveillance de l'environnement (système KRS).

- Une première affaire ouverte en 2009 a permis de fiabiliser le système KRS : il s'agissait d'accompagner les CNPE dans leurs actions de sécurisation des installations, d'assurer la maintenance des équipements et le suivi du déploiement d'une modification relative à la surveillance radiométrique de l'environnement des CNPE (remplacement des balises des réseaux clôture, 5 et 10 km). Un guide d'exploitation du système KRS en fonctionnement normal et dégradé a également été rédigé.
- Une affaire ouverte en 2015 a pour objectifs de définir la politique industrielle du système KRS, de répondre aux problématiques de sécurité informatique industrielle du système KRS, d'assurer la qualité et la fiabilité de transmission de données afin de répondre aux besoins des utilisateurs. Elle vise également à traiter certaines obsolescences matérielles et logicielles, à assurer la maintenance du système KRS, à améliorer les délais de traitement des pannes et de retour en fonction, et à renforcer la culture cyber sécurité des personnels utilisant et maintenant les composants du système KRS.

EDF a également optimisé la surveillance de la qualité des eaux souterraines des CNPE, en :

- créant de nouveaux ouvrages piézométriques et réalisant la réfection d'ouvrages existants, afin de disposer d'un réseau de surveillance en adéquation avec les zones à risques potentiels identifiées ;
- mettant en place un programme de surveillance périodique renforcé (augmentation du nombre d'ouvrages suivis, et du nombre de paramètres chimiques et radiologiques analysés) ;
- améliorant et homogénéisant les modalités d'exploitation du réseau de surveillance piézométrique sur l'ensemble du Parc nucléaire d'EDF ;
- créant un guide de maintenance des piézomètres.

Des contrôles quotidiens, hebdomadaires et mensuels sont réalisés dans l'écosystème terrestre, l'air ambiant, les eaux de surface et les eaux souterraines.

Les prélèvements et analyses sont réalisés dans le respect de la réglementation en vigueur, et permettent de s'assurer du respect de la conformité aux prévisions faites dans l'étude d'impact.

Chaque site dispose pour cela d'un laboratoire de contrôle des effluents et d'un laboratoire de mesures de la radioactivité dans l'environnement, qui réalisent la plupart des mesures, même si certaines mesures particulières peuvent être confiées à des laboratoires extérieurs.

Ainsi, chaque site réalise annuellement, sous le contrôle de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), plus de 20 000 mesures dont les résultats sont transmis à l'administration et utilisés dans les documents ou supports destinés au public. Les résultats de la surveillance de l'environnement autour des sites sont publiés par EDF sur son site internet et dans un rapport annuel de l'environnement pour chaque site.

L'article 4.2.4 de l'arrêté INB, et l'article R. 1333 – 26 du code de la santé publique disposent que les mesures de radioactivité dans l'environnement, effectuées pour le compte des exploitants d'INB, soient réalisées par des laboratoires agréés par l'ASN (pour chaque type de mesure). Ces agréments sont délivrés par une commission présidée par l'ASN, sur la base de deux prérequis :

- la conformité des pratiques de prélèvement (depuis 2010) et de mesure aux exigences de la norme NF EN ISO/CEI 17025 ;
- la réussite à un Essai Inter-Laboratoires (EIL), organisé par l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) sur commandite de l'ASN.

Les laboratoires du site du Bugey possèdent les agréments requis à la réalisation des mesures mises en œuvre en interne et sous-traite les autres analyses à des laboratoires agréés.

En plus de l'obtention et du renouvellement de ces agréments, EDF s'est inscrit, depuis 2009, dans une démarche d'accréditation de ses activités d'analyses par le Comité Français d'Accréditation (COFRAC). A ce jour, toutes les demandes d'accréditation et de renouvellement ont été obtenues. L'article 4.2.4 de l'arrêté INB et l'article R. 1333 – 25 du code de la santé publique disposent également que les résultats des mesures de radioactivité réalisées dans l'environnement par les exploitants d'INB soient transmis au Réseau National de Mesures (RNM) de la radioactivité de l'environnement.

Ce réseau a pour objectif d'informer le public sur la radioactivité de l'environnement. Depuis 2010, son site internet rend accessible au public les résultats des mesures de radioactivité réalisées par des laboratoires publics ou privés agréés par l'ASN, dans différents milieux (air, eau, sol, flore et faune) et dans des produits alimentaires.

Aux mesures et contrôles pratiqués au quotidien, s'ajoutent des mesures saisonnières dont la finalité est d'évaluer, dans la durée, l'impact du fonctionnement du site sur l'environnement. Ce suivi porte sur la biologie du milieu aquatique (hydroécologie) et sur la radioactivité présente dans les écosystèmes terrestre et aquatique (radioécologie). Ces campagnes de mesures sont mises en œuvre, sous la responsabilité de l'exploitant, par des organismes ou laboratoires externes.

1.1.1.3.4 Préservation de la biodiversité

En tant qu'usager des espaces naturels terrestre et aquatique et en tant que propriétaire foncier, EDF est directement concerné par des enjeux liés à la biodiversité.

Conscient de sa responsabilité et de son rôle au regard de ces enjeux, EDF se mobilise pour limiter l'impact de ses activités sur la biodiversité, tout en conciliant la sécurité de l'approvisionnement énergétique, la sécurité des installations et l'offre d'une énergie accessible et compétitive.

De la conception à la déconstruction, en passant par les phases de construction et de fonctionnement des INB, EDF met en œuvre de nombreuses actions afin de préserver la biodiversité :

- mise en œuvre au quotidien d'une surveillance continue des milieux et d'optimisation des rejets d'effluents ;
- réalisation de diagnostics préalables détaillés, en amont de la réalisation de chaque projet ;
- mise en place de mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts des projets.

EDF s'engage aux côtés de la société civile, des associations et des collectivités à préserver la biodiversité locale dans le cadre d'une politique volontaire d'amélioration des connaissances, de préservation de la faune et de la flore, et de communication interne et externe.

Dans ce cadre, le CNPE du Bugey a conclu un partenariat important avec le conservatoire des espaces naturels de l'Ain et le camp militaire de la Valbonne pour la gestion du site NATURA 2000 « Steppes de la Valbonne », impliquant un co-financement du projet LIFE Valbonne⁹ avec pour objectifs :

- la préservation des prairies steppiques et des espèces endémiques du camp de la Valbonne ;
- des actions de sensibilisation (réalisées lorsque le contexte sanitaire le permet) ;
- le soutien aux actions de réintroduction de l'Outarde canepetière¹⁰.

La filière nucléaire s'est pourvue depuis 2006 d'une « feuille de route Biodiversité » spécifique qui s'appuie sur la politique Biodiversité du Groupe EDF et qui structure l'ensemble des actions liées à la biodiversité dans les activités d'exploitation des sites nucléaires.

Dans ce contexte, pour le site du Bugey, un pré-diagnostic a été établi sur la base d'une étude réalisée par un bureau d'études naturalistes en 2018, à partir de données bibliographiques et d'inventaires de terrain, afin d'identifier les espaces naturels remarquables, les habitats naturels, la faune et la flore remarquables.

Lors des différents passages des experts naturalistes du bureau d'études, les habitats naturels, la flore ainsi que les oiseaux, les amphibiens, les reptiles, les mammifères et les insectes ont été inventoriés. Ces inventaires se sont déroulés sur des périodes favorables à l'observation des différents compartiments floristiques et faunistiques (mai à août 2018) avec des méthodologies appropriées à chacun des compartiments étudiés. Une recherche plus spécifique des espèces remarquables (espèces protégées et/ou espèces patrimoniales : menacées et déterminantes de ZNIEFF¹¹) ainsi qu'invasives a été réalisée.

Les résultats de cette étude sont les suivants :

- le domaine foncier du site du Bugey est localisé dans la plaine alluviale du Rhône ;
- le site est constitué majoritairement d'espaces totalement artificialisés ainsi que d'espaces verts créés et aménagés, tels que les pelouses entretenues ou les bosquets composés d'essences indigènes ou ornementales.

⁹ Projet de restauration et conservation des habitats prioritaires et des espèces d'intérêt communautaire sur le camp militaire de la Valbonne pour une durée de 7 ans (2019 -2026).

¹⁰ Oiseau qui appartient à la famille des Otididés et à l'ordre des Otidiformes, il est l'un des oiseaux les plus menacés des plaines cultivées de France.

¹¹ Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique.

Les principaux enjeux identifiés sur le domaine foncier du site du Bugey concernant la faune, la flore et les habitats naturels se portent notamment sur :

- la présence d'habitats aquatiques et humides, tels que la ripisylve¹² ;
- une prairie installée au sein du périmètre du CNPE pouvant potentiellement abriter un cortège d'espèces floristiques patrimoniales et un habitat d'espèce pour un oiseau d'intérêt, le bruant proyer ;
- la présence sur le CNPE d'un bâtiment qui abrite des nids d'hirondelles des fenêtres où l'hirondelle rustique est également potentiellement nicheuse.

A noter enfin, l'identification d'espèces exotiques envahissantes présentes sur le domaine foncier du site du Bugey.

1.1.2 Le respect de la réglementation

1.1.2.1 Textes réglementaires applicables

En 2006, une refonte du régime juridique encadrant les installations nucléaires de base a été engagée avec la loi « TSN » du 13 juin 2006, codifiée depuis dans le code de l'environnement. Cette loi a été précisée par plusieurs décrets d'application et arrêtés selon la hiérarchie présentée sur la Figure 2.

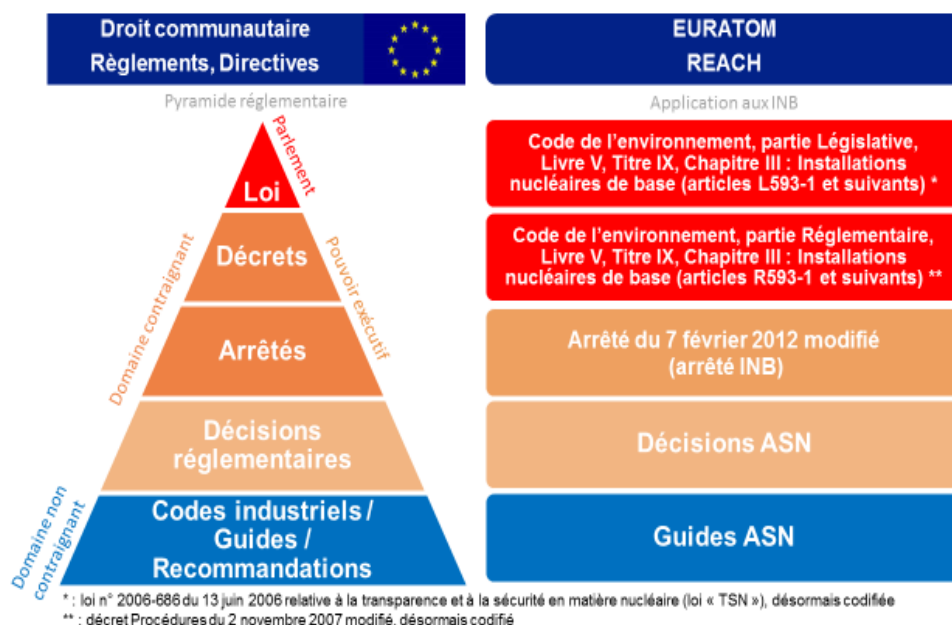


Figure 2 : Hiérarchisation des textes réglementaires et application aux INB

L'étude d'impact régulièrement révisée constitue un document support aux dossiers d'autorisations réglementaires.

¹² Végétation bordant les milieux aquatiques.

En application de la prescription [INC-B] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900 :

- EDF a consolidé en 2021 les mises à jour de l'étude d'impact réalisées jusqu'à cette date, sous la forme prévue par les articles R. 122-5 et R. 593-17 du code de l'environnement, en tenant compte de l'évolution des connaissances, notamment en matière d'évaluation des impacts des rejets des installations et de l'évolution de l'environnement du site, en décrivant l'incidence des installations sur le climat et la vulnérabilité des installations au changement climatique, notamment en ce qui concerne les rejets thermiques, la gestion des rejets liquides et l'utilisation de la ressource en eau ;
- EDF a précisé en 2021 les améliorations contribuant à la réduction des impacts de ses installations sur l'environnement qu'il prévoit au regard des conclusions de l'étude d'impact et des meilleures techniques disponibles, ainsi que le calendrier de mise en œuvre associé ;
- EDF a transmis fin 2023, une étude présentant le cumul des incidences sur le Rhône et sur la Loire des centrales nucléaires situées sur ces fleuves.

Les principaux textes réglementaires applicables au CNPE du Bugey, relatifs aux inconvénients, sont cités ci-après :

- Titre IX du livre V du code de l'environnement, relatif à la sécurité nucléaire et les installations nucléaires de base et notamment les articles L. 593 -18, L. 593 -19 et R. 593 – 62.
- Arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base (dit « arrêté INB »).
- Décision n° 2013-DC-0360 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 16 juillet 2013, relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des installations nucléaires de base, homologuée par l'arrêté du 9 août 2013, modifiée par la décision n° 2016-DC-0569 de l'ASN du 29 septembre 2016 homologuée par l'arrêté du 5 décembre 2016 (dite « décision environnement »).
- Décision n° 2015-DC-0508 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 21 avril 2015 relative à l'étude sur la gestion des déchets et au bilan des déchets produits dans les installations nucléaires de base, homologuée par l'arrêté du 1er juillet 2015 (dite « décision déchets »).
- Décision n° 2016-DC-0578 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 6 décembre 2016 relative à la prévention des risques résultant de la dispersion de micro-organismes pathogènes (légiionnelles et amibes) par les installations de refroidissement du circuit secondaire des réacteurs électronucléaires à eau sous pression, homologuée par l'arrêté du 13 janvier 2017 (dite « décision amibes – légionnelles »).
- Décision n° 2017-DC-0587 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 23 mars 2017 relative au conditionnement des déchets radioactifs et aux conditions d'acceptation des colis de déchets radioactifs dans les installations nucléaires de base de stockage, homologuée par l'arrêté du 13 juin 2017 (dite « décision conditionnement déchets »).
- Décision n° 2017- DC-0588 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 6 avril 2017 relative aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des réacteurs électronucléaires à eau sous pression, homologuée par l'arrêté du 14 juin 2017 (dite « décision modalités Parc »).
- Décision n° 2014-DC-0442 du 15 juillet 2014, fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau et de rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux des installations nucléaires de base n° 45, n° 78, n° 89 et n° 173 exploitées par EDF SA dans la commune de Saint-Vulbas (dite « décision modalités site »), modifiée par la Décision n°2022-DC-0726 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 28 juin 2022.

- Décision n° 2014-DC-0443 du 15 juillet 2014, fixant les limites de rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux des installations nucléaires de base n° 45, n° 78, n° 89 et n° 173 exploitées par EDF SA dans la commune de Saint-Vulbas (dite « décision limites »), modifiée par la Décision n°2022-DC-0727 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 28 juin 2022.

Ces deux textes ont fait l'objet d'une révision suite au dépôt en 2017 d'un dossier article 26 de demande de modification de la limite en métaux totaux. Ce dossier, conformément aux dispositions du décret procédures, a été instruit par l'Autorité de Sûreté Nucléaire avec les services de l'Etat. A cette occasion, une information a été faite au public et l'Autorité de Sûreté Nucléaire a sollicité les avis du CODERST et de la CLI sur les projets de décisions.

En application de la prescription [INC-A] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, l'examen de conformité aux textes suivants est également présenté ici :

- Règlement (CE) n° 1907/2006 du 18 décembre 2006 modifié concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques ainsi que les restrictions applicables à ces substances.
- Règlement (CE) n° 1272/2008 du 16 décembre 2008 modifié relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges.
- Règlement (UE) n° 528/2012 du 22 mai 2012 modifié concernant la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides.

1.1.2.2 Maîtrise de la conformité réglementaire

Le CNPE du Bugey est organisé afin d'assurer en permanence la maîtrise de sa conformité réglementaire, par une succession d'étapes clés :

- **Identification** : la conformité réglementaire du domaine environnement des CNPE s'appuie sur la détection et l'analyse, au niveau national, des textes et exigences réglementaires environnementales applicables aux CNPE. Chaque CNPE recense également les textes et exigences de niveau local qui leur sont applicables.
- **Evaluation** : le CNPE évalue et trace l'état de conformité associé aux exigences nationales et locales qui lui sont applicables. Cette évaluation des exigences réglementaires aboutit au classement suivant :
 - « exigences en cours d'analyse » : les nouvelles exigences applicables sont en cours d'analyse par le CNPE ;
 - « exigences conformes » : le CNPE respecte les exigences réglementaires et peut le prouver ;
 - « exigences en gestion de conformité » : le CNPE réalise des actions complémentaires selon un échéancier proportionné aux enjeux vis-à-vis des intérêts protégés.
- **Traitement** : lorsqu'une exigence est partiellement ou non respectée, elle fait l'objet d'un plan d'actions dans le cadre des exigences en gestion de conformité.
- **Surveillance** : le CNPE réévalue périodiquement son état de conformité à chaque exigence réglementaire environnementale.
- **Revue** : chaque année, à l'occasion des revues périodiques prévues dans le cadre du système de management de l'environnement, le CNPE s'assure de la prise en compte des nouvelles exigences environnementales et fait le point sur l'avancement des actions sur les exigences en gestion de conformité.

Dans le cadre de l'évaluation de la conformité réglementaire, au 3 août 2023, le CNPE du Bugey a identifié 262 textes applicables dans le domaine de l'environnement. Parmi ces textes, 4778 exigences ont été identifiées comme applicables dont :

- 4 397 exigences conformes (92,0 %) ;
- 347 en cours d'analyse (7,3 %) ;
- 34 en gestion de conformité (0,7 %).

Sur le périmètre des textes cités au Volet I – Chapitre I § I-1.1.2.1, il est recensé 1 133 exigences applicables dans le domaine de l'environnement dont :

- 1128 exigences conformes (99,6 %) ;
- 5 exigences en gestion de conformité (0,4 %).

Le détail du bilan des exigences applicables des textes cités dans le Volet I – Chapitre I § I-1.1.2.1 est présenté dans le Tableau 1. Ceci répond en partie à la prescription [INC-A] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900.

*Tableau 1 : Bilan de la conformité réglementaire des textes
cités au Volet I – Chapitre I § I-1.1.2.1 au 3 août 2023*

Titre du texte	Exigences conformes	Exigences en cours d'analyse	Exigences en gestion de conformité
Arrêté du 7 février 2012 modifié (arrêté INB)	97	0	0
Décision n° 2013 – DC – 0360 (décision environnement)	275	0	1
Décision n° 2014 – DC – 0442 (décision modalités site) modifiée par la décision 2022-DC-0726	141	0	1
Décision n° 2014-DC-0443 (décision limites) modifiée par la décision 2022-DC-0727	37	0	0
Décision n° 2015 – DC – 0508 (décision déchets)	43	0	0
Décision n° 2016 – DC – 0578 (décision « amibes / légionelles »)	198	0	0
Décision n° 2017 – DC – 0587 (décision conditionnement déchets)	24	0	2
Décision n° 2017- DC – 0588 (décision modalités parc)	130	0	1
Règlement (CE) n° 1272/2008 (CLP)	118	0	0
Règlement (UE) n° 528/2012 (Biocides)	20	0	0
Règlement CE n°1907/2006 (REACH)	45	0	0

Dans le cadre du processus de traitement de conformité, le CNPE a mis en place des actions sur toutes les exigences identifiées en gestion de conformité et suit leur mise en œuvre. Par ailleurs, il poursuit l'analyse de l'exigence dont l'état de conformité est en cours d'analyse.

Les exigences en gestion de conformité identifiées parmi ces textes ne présentent pas d'impact sur les intérêts protégés ou ne relèvent pas du domaine des inconvénients. Les exigences en lien avec le domaine des risques sont présentées dans le volet I – Chapitre 1 – Section 1 § 1.2.2.1 du présent rapport.

Point particulier sur les exigences vis-à-vis des Equipements Nécessaires (EN) concernés par l'annexe II de l'arrêté INB.

L'article R. 593 – 26 du code de l'environnement définit le contenu minimal du périmètre INB, qui doit non seulement comprendre l'installation nucléaire proprement dite, mais aussi les Equipements Nécessaires (EN) à son exploitation mentionnés à l'article L. 593 – 3 du code de l'environnement.

Ces équipements peuvent, selon leur nature, être assimilables à des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) ou des Installations, Ouvrages, Travaux et Activités (IOTA) visés par la loi sur l'eau, mais en tant que partie de l'INB et nécessaires à son exploitation, sa maintenance et sa surveillance, ils sont soumis au régime et à la réglementation applicables aux INB.

Du fait de leur impact potentiel pour la sécurité, la santé et la salubrité publiques et l'environnement, l'article 4.3.1 de l'arrêté INB rend applicable aux équipements nécessaires dépassant un seuil de la nomenclature ICPE ou IOTA du CNPE du Bugey les arrêtés ministériels de prescriptions générales ICPE et IOTA correspondants listés en annexe II de l'arrêté INB à compter du 15 novembre 2018, date de dépôt du RCR de l'installation en déconstruction de Bugey 1.

Dans le cadre de l'évaluation de la conformité au 3 août 2023, le CNPE du Bugey a identifié 17 arrêtés applicables, soit 1 524 exigences vis-à-vis des 118 Equipements Nécessaires (EN) concernés par l'annexe II de l'arrêté INB.

Sur ce périmètre il est recensé :

- 1 503 exigences conformes (98,6 %) ;
- 12 exigences en cours d'analyse (0,8 %) ;
- 9 exigences en gestion de conformité (0,6 %).

Le détail de ce bilan des exigences applicables par arrêté est indiqué dans le Tableau 2.

*Tableau 2 : Bilan de la conformité réglementaire vis-à-vis des EN
concernés par l'annexe II de l'arrêté INB au 3 août 2023*

Arrêté de la prescription ICPE ou IOTA	Installation	Nombre d'Équipements Nécessaires concerné(s)	Nombre d'exigences applicables		
			Conforme	En cours d'analyse	En gestion de conformité
Arrêté de la rubrique 1416 D de la nomenclature ICPE	Dépôts d'hydrogène	2	65	0	0
Arrêté de la rubrique 1432 A de la nomenclature ICPE	Stockage de gazole non routier pour les diesels de tranche	1	217	0	1
Arrêté de la rubrique 1432 D de la nomenclature ICPE	Stockage de gazole non routier pour les DUS et de kérosène pour la TAC	5	138	0	2
Arrêté de la rubrique 1630 D de la nomenclature ICPE	Stockage de soude	1	95	0	1
Arrêté de la rubrique 2340 D de la nomenclature ICPE	Laverie	1	86	0	0
Arrêté de la rubrique 2565 A de la nomenclature ICPE	Atelier de décontamination	1	100	5	0
Arrêté de la rubrique 2910 D de la nomenclature ICPE	Installations de combustion (TAC, DUS, groupes électrogènes des tranches)	13	116	0	2
Arrêté de la rubrique 2925 D de la nomenclature ICPE	Charges d'accumulateurs	2	73	0	0
Arrêté de la rubrique 1172 D de la nomenclature ICPE	Stockage d'eau de javel	1	79	7	2
Arrêté de la rubrique 1150 D de la nomenclature ICPE	Stockage d'hydrate d'hydrazine	5	126	0	0
Arrêté de la rubrique 2661 D de la nomenclature ICPE	Unité Mobile d'Enrobage Mercure	1	178	0	0
Arrêté de la rubrique 1131 D de la nomenclature ICPE	Unité Mobile d'Enrobage Mercure	1	98	0	0
Arrêté des rubriques 1430-B, 1430-C, 1430-D, 253 et 1434 de la nomenclature ICPE	Stockage enterré de kérosène de la TAC	1	1	0	0
Arrêté de la rubrique 2921 de la nomenclature ICPE	Tours aéroréfrigérantes	4	30	0	0
Arrêté de la rubrique 1.1.1.0 D de la nomenclature IOTA	Piézomètres et puits	82	43	0	1
Arrêté des rubriques 1.1.2.0, 1.2.1.0, 1.2.2.0 ou 1.3.1.0 A de la nomenclature IOTA	Stations de pompage	2	40	0	0
Arrêté de la rubrique 3.1.2.0 D de la nomenclature IOTA	Installation FRASIL sur bassin de prise d'eau tranches 2/3	1	18	0	0

Dans le cadre du processus de traitement de conformité, le CNPE a mis en place des actions sur toutes les exigences identifiées en gestion de conformité et suit leur mise en œuvre. Par ailleurs, il poursuit l'analyse des exigences dont l'état de conformité est à définir.

L'ensemble des exigences en gestion de conformité identifiées concernant le domaine des inconvénients n'a pas d'impact sur les intérêts protégés. Les autres exigences en gestion de conformité identifiées parmi ces textes ne relèvent pas du domaine des inconvénients ou ne présentent pas d'impact sur les intérêts protégés.

Ainsi, le CNPE du Bugey est organisé afin d'assurer en permanence la maîtrise de sa conformité à la réglementation qui lui est applicable.

1.2 BILAN DE L'EXPERIENCE ACQUISE AU COURS DE L'EXPLOITATION

1.2.1 Analyse des événements significatifs

Les événements sont dits significatifs selon les critères de déclaration définis dans le guide ASN du 21 octobre 2005 relatif aux modalités de déclaration et à la codification des critères relatifs aux événements significatifs impliquant la sûreté, la radioprotection ou l'environnement applicables aux installations nucléaires de base et au transport de matières radioactives.

Chaque événement significatif fait l'objet d'une analyse afin de mettre en œuvre les actions correctives et préventives nécessaires pour éviter le renouvellement d'événements similaires sur le CNPE du Bugey.

Entre janvier 2013 et décembre 2022, le CNPE du Bugey a déclaré 16 événements significatifs ayant trait aux inconvénients. Ces événements sont tous sans impact significatif avéré¹³ sur les intérêts protégés et concernent :

Les rejets liquides chimiques : 2 événements

1 événement (2015) associé au dépassement de la limite réglementaire du flux annuel des métaux totaux ajouté au canal de rejet. D'autres dépassements ont également eu lieu en 2016, 2017 et 2018. Les actions mises en place et les investigations menées ont conduit EDF à déposer auprès de l'ASN en 2017 un dossier de déclaration de modification au titre de l'article 26 du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 relatif aux installations nucléaires de base et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives (dit « décret procédures »), portant sur la modification de certains seuils associés aux rejets de métaux totaux. Ce dossier a été instruit par l'ASN et a conduit à la mise en application de nouvelles limites métaux totaux dans la décision ASN n°2022-DC-0727 fin 2022.

1 événement (2016) associé au dépassement de la concentration maximale ajoutée dans le canal de rejet en Demande Chimique en Oxygène (DCO) mesurée sur l'échantillon aliquote mensuel des réservoirs Ex, lié à la non-représentativité de l'échantillon aliquote. Des actions correctives ont été déployées, notamment le rappel des règles à respecter pour les prélèvements. Cet événement n'a eu aucun impact sur l'environnement, les rejets ont été réalisés conformément aux exigences réglementaires.

¹³ Par impact significatif avéré, il faut entendre, selon le guide ASN du 21 octobre 2005 relatif aux modalités de déclaration et à la codification des critères relatifs aux événements significatifs impliquant la sûreté, la radioprotection ou l'environnement applicables aux installations nucléaires de base et au transport de matières radioactives :

- la dégradation perceptible de la qualité du milieu récepteur (caractéristiques physico-chimiques, radiologiques, atteinte aux biotopes, etc.) ;
- la création d'un détriment pour un autre usager du milieu.

Les rejets liquides radioactifs : 4 événements

2 événements (2013 et 2014) liés à des rejets simultanés partiels des réservoirs de stockage des effluents liquides radioactifs avant rejet. Dans les deux cas, alors qu'un rejet issu d'un de ces réservoirs est en cours, un deuxième rejet issu d'un autre réservoir a eu lieu simultanément en raison de l'inétanchéité d'une vanne. Les vannes mises en cause ont été remises en état de conformité. Les analyses des réservoirs rejetés ont démontré que les limites réglementaires ont été respectées.

1 événement (2013) lié au non-respect des obligations réglementaires des modalités de prélèvements et mesures à mi rejet. En effet, des prélèvements dits « à mi rejet » n'ont pas été exploités convenablement lors des rejets des réservoirs. Plusieurs actions correctives à court et à long terme applicables aux règles d'analyse avant rejet ont été mises en place. L'activité volumique ajoutée, calculée après dilution totale, montre qu'il n'y a eu aucune conséquence sur l'environnement.

1 événement (2013) lié au rejet partiel dans l'environnement d'un réservoir alors que l'analyse avant rejet de radionucléides, nécessaire à l'autorisation de rejet, n'était pas représentative. Plusieurs actions correctives ont été déployées notamment une modification des consignes de rejets. L'analyse effectuée sur les effluents restant dans le réservoir démontre que le rejet respectait les limites réglementaires du CNPE.

Les rejets gazeux radioactifs : 9 événements

2 événements (2015 et 2017) concernant une baisse du débit de la cheminée du Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (BAN) sous le seuil de 180 000 m³/h. Ces événements ont des causes et des origines différentes. Des actions correctives ont été mises en place et les événements ne se sont pas reproduits. :

- L'événement de 2015 est lié à la planification d'une activité sur une période non adaptée (températures basses).
- L'événement de 2017 est lié à une absence de redémarrage d'un ventilateur lors d'une manœuvre d'exploitation.

1 événement (2013) concernant la gestion inappropriée de l'indisponibilité d'une ventilation lors des opérations de remplacement d'un filtre Très Haute Efficacité (THE) lié à une interprétation erronée des Spécifications Techniques d'Exploitation (STE) et à une erreur de calcul du coefficient d'efficacité. Plusieurs actions ont été mises en œuvre, comme la mise à jour des documents opérationnels. Cet événement n'a eu aucune conséquence sur l'environnement.

1 événement (2013) concernant un défaut de prise en compte du référentiel d'exploitation dans la gestion de filtre THE entraînant des absences de réalisation de requalification fonctionnelle lors du changement du filtre et un non-respect de la périodicité de l'essai. Plusieurs actions correctives ont été réalisées, cet événement n'a eu aucune conséquence.

1 événement (2013) concernant le non-respect de la fréquence de l'essai périodique des tests krypton des chaînes de mesures, lié à une connaissance insuffisante des exigences de planification de ce type d'essai périodique. Des actions de sensibilisation des intervenants et de mise à jour du programme des essais ont été réalisées. Cet événement n'a eu aucune conséquence sur l'environnement, plusieurs autres essais ont démontré que les chaînes de mesure ont toujours été disponibles.

1 événement (2015) concernant la surestimation du débit de la cheminée du bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (BAN) lors de la mise en œuvre d'une modification temporaire des STE, lié à une erreur dans l'optimisation des réglages de la mesure affichée. Plusieurs actions correctives ont été réalisées. Cet événement n'a eu aucune conséquence, le débit réel à la cheminée du BAN n'a jamais été inférieur à la valeur requise.

1 événement (2016) concernant l'indisponibilité à la fermeture d'une vanne d'isolement de la ventilation suite à une manœuvre d'exploitation réalisée avec un mode opératoire inadapté. Une mise à jour des consignes d'exploitation a été réalisée. Cet événement n'a eu aucune conséquence sur l'environnement.

1 événement (2021) concernant la détection de radioéléments artificiel par les chaînes de mesure d'activité du Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires Généraux (BANG) sur les prélèvements atmosphériques. Les moyens de surveillance de l'environnement (sondes gamma ambiant, analyses des prélèvements d'eau, graviers et herbes) ont confirmé l'absence de radioéléments artificiels dans la zone concernée. Cet événement n'a eu aucune conséquence sur l'environnement.

1 événement (2022) concernant le dépassement du seuil d'alarme réglementaire à la cheminée du BAN suite à l'ouverture d'une soupape sur le circuit de traitement des effluents (TEP). Aucune limite réglementaire n'a été dépassée, que ce soit concernant le débit d'activité à la cheminée du BAN (moyenne sur 24h) ou l'activité annuelle rejetée.

Plusieurs actions correctives ont été mises en œuvre par le CNPE pour l'ensemble des événements.

Les déchets : 1 événements

1 événement (2017) concernant l'évacuation de déchets nucléaires vers la base de conditionnement sans élaboration de bordereau de suivi de déchets radioactifs. Une mise à jour des documents opérationnels et une sensibilisation des intervenants ont été réalisées. Cet événement n'a eu aucune conséquence sur l'environnement.

La gestion des événements significatifs est bien intégrée dans le système de management du CNPE du Bugey. Les événements significatifs sont traités et l'efficacité des actions est démontrée par l'absence de récurrence sur 10 ans.

Analyse et traitement des écarts à l'arrêté INB

Afin d'appréhender la notion d'écart à l'arrêté INB, il est nécessaire de présenter les définitions suivantes, issues de l'article 1.3 de l'arrêté INB :

- Élément Important pour la Protection (EIP) : « Élément important pour la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement (sécurité, santé et salubrité publiques, protection de la nature et de l'environnement), c'est-à-dire structure, équipement, système (programmé ou non), matériel, composant, ou logiciel présent dans une installation nucléaire de base ou placé sous la responsabilité de l'exploitant, assurant une fonction nécessaire à la démonstration mentionnée au deuxième alinéa de l'article L. 593-7 du code de l'environnement ou contrôlant que cette fonction est assurée ».
- Activité Importante pour la Protection (AIP) : « Activité importante pour la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement (sécurité, santé et salubrité publiques, protection de la nature et de l'environnement), c'est-à-dire activité participant aux dispositions techniques ou d'organisation mentionnées au deuxième alinéa de l'article L. 593-7 du code de l'environnement ou susceptible de les affecter ».
- Exigence définie : « Exigence assignée à un élément important pour la protection, afin qu'il remplisse avec les caractéristiques attendues la fonction prévue dans la démonstration mentionnée au deuxième alinéa de l'article L. 593-7 du code de l'environnement, ou à une activité importante pour la protection afin qu'elle réponde à ses objectifs vis-à-vis de cette démonstration ».

- Ecart : « Non-respect d'une exigence définie, ou non-respect d'une exigence fixée par le Système de management [gestion]¹⁴ intégré de l'exploitant susceptible d'affecter les dispositions mentionnées au deuxième alinéa de l'article L. 593-7 du code de l'environnement ».

Comme tous les CNPE, le CNPE du Bugey dispose d'un système de gestion intégré, incluant les exigences de l'arrêté INB.

Les événements significatifs déclarés par le CNPE du Bugey depuis l'entrée en vigueur de l'arrêté INB au 1^{er} juillet 2013, ont fait l'objet d'une analyse afin d'identifier ceux qui relèvent d'un écart lié au non-respect d'une exigence définie de ceux relevant d'un écart lié au non-respect d'une exigence fixée par le système de gestion intégré.

Ainsi, parmi les événements significatifs analysés, six écarts à l'arrêté INB ont été identifiés et tous relèvent du non-respect d'une exigence fixée par le système de gestion intégré. Pour ces écarts, des actions ont été mises en œuvre et leur efficacité est démontrée par l'absence de récurrence.

1.2.2 Conformité des EIPI à leurs exigences définies

Les Eléments Importants pour la Protection des intérêts vis-à-vis des inconvénients (EIPI) et les exigences définies afférentes sont précisés et référencés sur le CNPE du Bugey depuis le 1^{er} juillet 2013, date d'entrée en vigueur de l'arrêté INB.

Dans le cadre de l'amélioration continue, EDF entretient un dispositif proportionné aux enjeux afin de maîtriser les inconvénients que ses installations présentent pour les intérêts protégés.

Ainsi, EDF a identifié, depuis 2016, des éléments qui concourent à la performance environnementale. Il s'agit de dispositions techniques permettant la gestion optimisée des inconvénients (exemples : dispositifs de recyclage, de traitement). Parmi ces éléments, EDF a identifié de nouveaux EIPI au sens de la réglementation. Ces nouveaux éléments sont intégrés au niveau du CNPE depuis 2016.

Les EIPI du CNPE du Bugey sont :

- Pour les rejets d'effluents liquides radioactifs et chimiques :
 - des dispositifs de maîtrise des rejets : vannes ou pompes de rejet, capteurs de surveillance en continu (niveau, débit, pH, activité) ;
 - des dispositifs de mesure de la température et du débit du milieu récepteur.
- Pour les rejets d'effluents atmosphériques :
 - des vannes pour effectuer les rejets concertés ;
 - des éléments permettant d'assurer l'efficacité du traitement des effluents ;
 - des capteurs associés à la surveillance en continu des rejets.
- Pour la sortie des déchets conventionnels du CNPE : les portiques C3 de contrôle des véhicules.

Pour un EIPI, une exigence définie est une exigence assignée à cet EIPI afin qu'il remplisse, avec les caractéristiques attendues, la fonction prévue dans la démonstration de protection des intérêts. Son bon fonctionnement est vérifié à minima à chaque utilisation ou rejet réalisé en plus des vérifications lors des essais périodiques. En cas d'indisponibilité d'un EIPI, l'application de la conduite à tenir qui a été définie permet d'assurer la continuité de la fonction de l'EIPI ou de faire cesser les impacts ou les nuisances. La démonstration de protection des intérêts n'est donc pas affectée et ne conduit pas à un écart à l'arrêté INB. A contrario, le non-respect d'une conduite à tenir pour un EIPI est considéré comme un écart à l'arrêté INB.

¹⁴ L'ordonnance événement 2016 -128 du 10 février 2016 portant diverses dispositions en matière nucléaire précise, à l'article 26, le changement de vocabulaire : le système de management intégré devient le système de gestion intégré.

Il est à noter que l'indisponibilité de l'EIPi constitue un fonctionnement en mode dégradé dont l'acceptabilité est à durée limitée en fonction des enjeux vis-à-vis des intérêts protégés. A ce titre, l'indisponibilité de l'EIPi est tracée via un outil de collecte des demandes d'intervention et les délais de réparation sont compatibles et proportionnés aux enjeux.

Comme décrit au § I-1.2.1, les événements significatifs déclarés depuis l'entrée en vigueur de l'arrêté INB ont fait l'objet d'une analyse afin d'identifier ceux qui relèvent d'un écart à ce dernier.

Ainsi, parmi les événements significatifs analysés, il n'y a eu aucun écart lié au non-respect d'une exigence définie pour un EIPi.

La conformité aux exigences définies s'appuie également sur des dispositions préventives de surveillance et de maintenance des EIPi (exemples : programmes de maintenance, de contrôle, d'essai périodique).

Le contrôle de la conformité de ces dispositions aux exigences définies, pour les EIPi du réacteur n° 3 du CNPE du Bugey, a consisté à vérifier que :

- les dernières dispositions de maintenance, contrôles et essais sont bien programmées dans les délais prévus ;
- ces dispositions ont bien été réalisées in situ ;
- les résultats de ces dernières sont satisfaisants.

Il est à noter que ces équipements étant sollicités en fonctionnement normal de manière récurrente, et bénéficiant de dispositions préventives de surveillance et de maintenance, il n'apparaît donc pas nécessaire de réaliser de vérifications supplémentaires à l'occasion du réexamen. Il est à noter que le résultat du programme de contrôle réalisé sur les ouvrages de génie-civil est présenté dans le Volet I (cf. Volet I – Chapitre 1 – Section 1). Ceci répond en partie à la prescription [INC-A] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900.

Les contrôles réalisés dans le cadre du réexamen périodique montrent que toutes les dispositions de maintenance, contrôles et essais prévues ont été programmées et effectuées in situ à l'exception des contrôles restant à réaliser sur 3 EIPi programmés au cours de la 4^{ème} visite décennale de tranche 3 actuellement en cours.

Le détail des EIPi examinés ainsi que le résultat des contrôles effectués est présenté dans le livrable associé au programme détaillé de l'ECOT correspondant aux EIPi.

A date, tous les résultats sont satisfaisants et il n'est pas nécessaire de réaliser des vérifications supplémentaires.

L'organisation du CNPE lui permet de respecter les exigences définies afférentes aux EIPi ainsi que les dispositions de maintenance et surveillance in situ associées.

1.2.3 Contrôles complémentaires sur les équipements de traitement des effluents et de conditionnement des déchets

En application de la prescription [INC-A] émise par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} RP 900, EDF a réalisé des contrôles sur les équipements de traitement des effluents et de conditionnement des déchets. Ce contrôle comprend le réexamen de la pertinence des opérations courantes de contrôle et de maintenance au regard de leurs objectifs et des meilleures techniques disponibles correspondantes.

Le résultat de ces contrôles pour les communs des réacteurs n°2 et n°3 montre que sur les 37 équipements identifiés des systèmes TEU, TEP et TES :

- Dans 78,4 % des cas, les résultats des dernières opérations de contrôle ou de maintenance réalisées sur les équipements sont satisfaisants.
- Dans 21,6 % des cas, il est prévu des maintenances correctives car plus adaptées à ces matériels.

Les résultats des contrôles et des opérations de maintenance, ainsi que l'examen des demandes de travaux émises pour anomalie matérielle ces 10 dernières années, amènent à considérer que les programmes de contrôle et de maintenance auxquels sont soumis les équipements sont actuellement suffisants et pertinents.

1.2.4 Maîtrise des inconvénients pour la protection des intérêts

Ce paragraphe présente le bilan, sur dix ans, de la maîtrise des inconvénients par le CNPE du Bugey, les améliorations apportées sur la maîtrise des impacts environnementaux et sanitaires, et les actions engagées dans le cadre de la démarche d'amélioration continue.

La période de référence retenue pour la réalisation du volet Inconvénients du RCR de Bugey 3 va de janvier 2013 à décembre 2022.

1.2.4.1 Bilan des prélèvements et consommations d'eau

Pour le fonctionnement de ses installations, le CNPE est autorisé, à prélever de l'eau dans les milieux suivants :

- dans le Rhône : pour l'alimentation des circuits de lavage des tambours filtrant, la réfrigération des auxiliaires des chaudières nucléaires, des auxiliaires des salles des machines, des condenseurs, la préparation de l'eau industrielle et de l'eau d'incendie.
- dans la nappe d'accompagnement du Rhône : pour le fonctionnement et l'exploitation de l'installation de pompage d'appoint ultime en eau. La mise en œuvre de cette solution de pompage permettrait d'évacuer durablement la puissance résiduelle du réacteur et de la piscine d'entreposage des combustibles en cas de perte de la source froide. Ces puits sont créés suite au retour d'expérience de l'accident de Fukushima, et le fonctionnement des 1er puits opérationnels est testé depuis 2018. Chaque puits est dédié à un réacteur en fonctionnement.

En complément, le réseau de Saint-Vulbas fournit en eau potable le site pour ses besoins ordinaires (restauration, fontaines à eau, sanitaires et laverie).

Pour le CNPE du Bugey il existe 2 types de circuits de refroidissement :

- Un circuit de refroidissement ouvert pour les réacteurs n° 2 et n° 3. Le prélèvement de l'eau du Rhône est de 92 m³/s en moyenne et est restitué en intégralité.
- Un circuit de refroidissement semi-fermé pour les réacteurs n° 4 et n° 5, avec 2 réfrigérants atmosphériques par réacteur. Le prélèvement de l'eau du Rhône est de 12 m³/s en moyenne.

99 % de l'eau prélevée est restituée au milieu naturel.

Le Tableau 3 présente les évolutions des prélèvements et consommations d'eau du CNPE du Bugey sur la période 2013-2022 dans le Rhône, la nappe d'accompagnement et sur le réseau d'eau potable.

Tableau 3 : Prélèvements et consommations d'eau du CNPE du Bugey sur la période 2013 – 2022 dans le Rhône, la nappe d'accompagnement du Rhône et sur le réseau d'eau potable.

Années	Eau du Rhône				Nappe d'accompagnement du Rhône	Eau potable
	Volumes prélevés (milliards de m³)	Volumes restitués (milliards de m³)	Volumes évaporés (millions de m³)	Volumes consommés pour la production d'eau déminéralisée (m³)	Volumes prélevés (m³)	Volumes consommés (m³)
2013	2,36	2,33	29	551 000	/	114 000
2014	3,05	3,02	24	560 000	/	101 000
2015	3,16	3,13	27	550 000	/	94 000
2016	2,62	2,61	11	519 000	/	133 000
2017	3,02	2,99	24	584 000	/	173 000
2018	2,98	2,95	25	624 000	12 691	217 000
2019	2,91	2,87	32	592 000	1 472	230 000
2020	1,87	1,84	29	498 270	1 654	232 000
2021	2,95	2,92	18	484 000	5 403	185 000
2022	2,59	2,57	16	612 192	1897	185 000
Moyenne	2,75	2,72	24	557 446	/	166 400

Entre 2013 et 2022, le CNPE, pour le fonctionnement des quatre réacteurs de type 900 Mwe, a prélevé en moyenne environ 2,75 milliards de m³ par an d'eau du Rhône, puis restitué au point de rejet 2,72 milliards de m³ par an. Le volume d'eau évaporé correspond en moyenne à 1 % du volume prélevé.

Les fluctuations observées s'expliquent globalement par le nombre de jours d'arrêt de réacteur par année (le CNPE a réalisé dans les années 2013, 2016 et 2020 un nombre plus important d'arrêts de réacteurs, ce qui a engendré un volume prélevé pour le refroidissement moins important que les autres années).

Les volumes d'eau du Rhône prélevés pour la production d'eau déminéralisée sont globalement stables et sont en moyenne d'environ 557 000 m³ par an sur la période considérée.

La consommation annuelle d'eau potable quant à elle est en moyenne d'environ 166 000 m³ sur la période. Cette consommation varie en fonction des arrêts de réacteurs qui nécessitent une augmentation de personnel sur site lors de ces périodes. Il est à noter également une augmentation de la consommation en raison de nombreux chantiers à partir de 2016 entraînant une augmentation du personnel présent sur site.

Action engagée

La mise en œuvre de Stations Mobiles d'Épuration sur le Parc contribue à réduire les appoints et rejets d'eau déminéralisée du circuit secondaire, et donc à réduire le volume d'eau prélevé pour la consommation industrielle.

Une Station Mobile d'Épuration est constituée d'une filtration de tête, d'un bidon de résine de type « lit mélangé » et d'une filtration aval (piège à résine). Elle est raccordée au circuit secondaire via un dispositif pérenne.

L'usage des Stations Mobiles d'Épuration permet d'améliorer la qualité d'eau du circuit secondaire lors des redémarrages de réacteur et la durée de vie de ce circuit. Il permet également une réduction significative des volumes d'eau déminéralisée et conditionnée (SER)¹⁵ consommés lors des redémarrages. Avec un temps de redémarrage plus court, il accroît la disponibilité des installations.

Entre 2018 et 2019, les 4 réacteurs du CNPE du Bugey ont été équipés chacun d'une Station Mobile d'Épuration (SME).

1.2.4.2 Bilan des rejets d'effluents

1.2.4.2.1 Bilan des rejets d'effluents radioactifs

L'énergie produite par un réacteur nucléaire provient de la fission nucléaire. Le réacteur est le siège de la formation de substances radioactives (radionucléides) dont seule une infime partie se retrouve dans les effluents. Les effluents font ensuite l'objet d'un traitement et/ou d'un entreposage avant d'être rejetés par voie liquide ou atmosphérique, dans le respect des exigences réglementaires.

Les cinq catégories de radionucléides rejetés sont : le carbone 14, le tritium, les gaz rares, les iodes et les autres Produits de Fission ou d'Activation émetteurs bêta ou gamma (« autres PF/PA »).

Les rejets d'effluents radioactifs par voie atmosphérique s'effectuent par les cheminées situées sur les Bâtiments des Auxiliaires Nucléaires (BAN). Les rejets d'effluents radioactifs liquides se font dans le Rhône après pré-dilution dans l'ouvrage de rejet commun aux tranches 2 et 3.

Quelle que soit la voie de rejet, les effluents atmosphériques ou liquides produits sont collectés de façon sélective, avant d'être orientés vers les systèmes de traitement appropriés.

Carbone 14

Le carbone 14 est produit essentiellement par activation neutronique de l'oxygène 17 et de l'azote 14 dissous dans l'eau du circuit primaire et de l'oxygène 17 présent dans le combustible.

Le carbone 14 sous forme liquide est retenu principalement via des filtres et résines ou dans les concentrats du système de traitement par évaporation des effluents usés. En conséquence, seule une faible partie du carbone 14 initialement présent dans les circuits sous forme liquide se retrouve dans les rejets par voie liquide.

Le carbone 14 sous forme gazeuse provient principalement du dégazage des effluents liquides issus du circuit primaire. Les rejets en carbone 14 par voie atmosphérique constituent la voie prépondérante par rapport à la voie liquide.

L'activité annuelle en carbone 14 du CNPE du Bugey sur la période 2013 – 2022 est globalement stable en moyenne de l'ordre de 480 GBq par voie atmosphérique et de 22,2 GBq par voie liquide.

Ces valeurs de rejets en carbone 14 sont calculées pour la période de 2013 à 2015 puis mesurées à partir de 2016. En effet, EDF a mené des actions permettant de démontrer la fiabilité du prélèvement et de la mesure du carbone 14 dans les rejets d'effluents liquides et atmosphériques. Ainsi, le bilan des rejets de carbone 14 est établi à partir des activités mesurées dans les effluents liquides et atmosphériques depuis le 1^{er} janvier 2016.

¹⁵ Distribution d'eau déminéralisée installation conventionnelle PH9 (stockage inclus).

Tritium

Le tritium est produit par fission dans les crayons du combustible et par activation neutronique du bore 10 et du lithium 6 via les substances chimiques ajoutées pour le conditionnement de l'eau du circuit primaire.

La production de tritium, caractéristique intrinsèque des réacteurs à eau pressurisée, est maîtrisée par :

- le gainage en alliage de zirconium qui permet de confiner la quasi-totalité du tritium produit par fission dans les crayons du combustible ;
- l'utilisation de lithium enrichi en lithium 7 afin de réduire la production de tritium dans l'eau du circuit primaire par activation neutronique du lithium 6.

A l'heure actuelle, il n'existe pas de moyen industriel techniquement et économiquement viable permettant d'éliminer le tritium contenu dans les effluents, aux concentrations rencontrées dans les installations. En raison de l'absence de traitement industriel et de sa faible radio toxicité (émetteur bêta à faible énergie), le tritium est rejeté en totalité dans l'environnement, en privilégiant la voie liquide.

Les rejets de tritium par voie liquide reflètent l'énergie électrique produite par le CNPE, et les déconcentrations en tritium réalisées dans les circuits. En moyenne sur la période considérée, l'activité en tritium rejetée dans les effluents liquides radioactifs du CNPE du Bugey est de 45 090 GBq par an.

Les rejets de tritium par voie atmosphérique ont pour origine principale l'évaporation de l'eau tritiée des piscines des bâtiments combustible et des bâtiments réacteur, lors des arrêts de réacteurs. Afin de limiter ces rejets par voie atmosphérique, les CNPE réalisent des « déconcentrations » du tritium de l'eau du circuit primaire avant l'ouverture de la cuve.

L'extraction, par la ventilation des ciels des capacités contenant des effluents tritiés, notamment les réservoirs de Traitement des Effluents Primaires (TEP) intermédiaires, contribue aux rejets de tritium par voie atmosphérique, mais seulement dans une faible proportion sur le palier 900 Mwe, auquel appartient le CNPE du Bugey. En effet, sur ce palier, une « soupape de respiration » sur la ligne d'évent évite le renouvellement de l'atmosphère des réservoirs en dehors des phases de vidange et de remplissage.

Différentes actions d'optimisation relatives à la gestion des effluents tritiés ont été menées par le CNPE du Bugey :

- amélioration de la mesure des rejets de tritium par voie atmosphérique par la mise en place de nouveaux systèmes de prélèvement du tritium (barboteurs réfrigérés) sur les cheminées des BAN : cette amélioration se traduit par une augmentation des rejets déclarés, sans pour autant que les rejets réels n'aient augmenté. Ces nouveaux systèmes de prélèvement du tritium ont été mis en place en 2010 sur le CNPE du Bugey ;
- application de la doctrine tritium depuis 2008, établie afin de définir des règles générales pour la gestion du tritium.

La Figure 3 présente l'activité annuelle en tritium rejetée à l'atmosphère par le CNPE du Bugey sur la période 2013 – 2022.

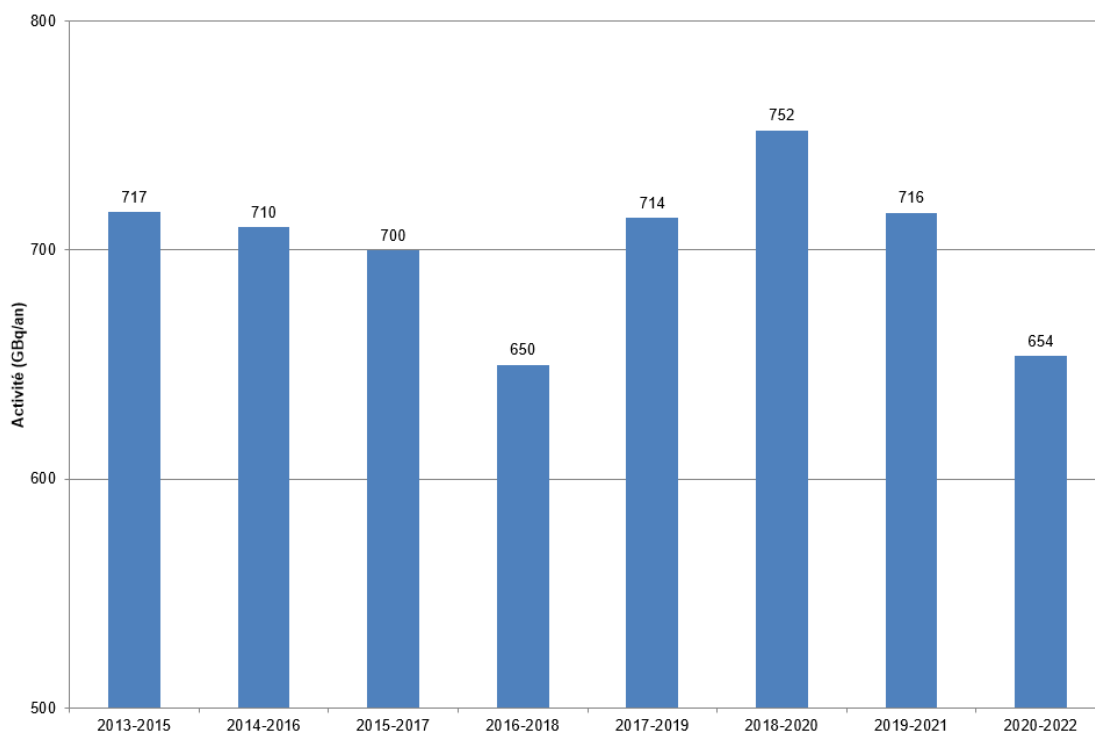


Figure 3 : Activité en tritium rejetée à l'atmosphère, moyenne sur 3 années glissantes sur la période 2013 – 2022

L'activité annuelle moyenne en tritium rejeté par voie atmosphérique pour la période 2013 – 2022 est stable et de 688 GBq. L'évolution de la moyenne sur trois années glissantes montre une certaine stabilité de ces rejets sur la période 2013 – 2022.

Action engagée

L'impact dosimétrique associé aux rejets de tritium des CNPE dépend de la forme physico-chimique sous laquelle il est rejeté : eau ou vapeur d'eau tritiée, dihydrogène tritié ou tritium lié à des molécules organiques. En France comme à l'échelle internationale, il est démontré que le tritium rejeté dans les effluents atmosphériques des réacteurs de type REP, est très majoritairement sous forme de vapeur d'eau tritiée^{16 17}. Dans les effluents liquides de ces réacteurs, le tritium est majoritairement sous forme d'eau tritiée.

EDF, en collaboration avec un laboratoire universitaire, a développé une méthode de mesure permettant de séparer les différentes formes organiques présentes dans les effluents liquides, fait des mesures du tritium par scintillation bas bruit de fond, et a ainsi identifié les formes organiques potentiellement tritiées. Les résultats obtenus ne mettent pas en évidence la présence de formes organiques tritiées dans les effluents rejetés.

¹⁶ Le tritium dans l'environnement – Synthèse des connaissances, Rapport IRSN DEI 2009-05.

¹⁷ Livre Blanc du Tritium – Groupes de réflexion menés de mai 2008 à avril 2010 sous l'égide de l'ASN.

Gaz rares

Les gaz rares présents dans les effluents radioactifs rejetés à l'atmosphère sont des produits de fission. Les principaux gaz rares générés lors de la réaction de fission sont le Xénon 133, le Xénon 135, le Krypton 85, l'Argon 41 et le Xénon 131 m. Ils restent majoritairement confinés dans la gaine du combustible. Une faible quantité peut toutefois migrer dans l'eau du circuit primaire, en cas de micro-inétanchéité de gainage et se retrouver ainsi dans les effluents. Les effluents collectés dans les réservoirs d'entreposage sont traités par décroissance radioactive pendant au moins 30 jours, durée réglementaire pour permettre à la radioactivité de décroître suffisamment avant rejet.

La Figure 4 présente l'activité annuelle en gaz rares rejetée par le CNPE du Bugey sur la période 2013 – 2022.

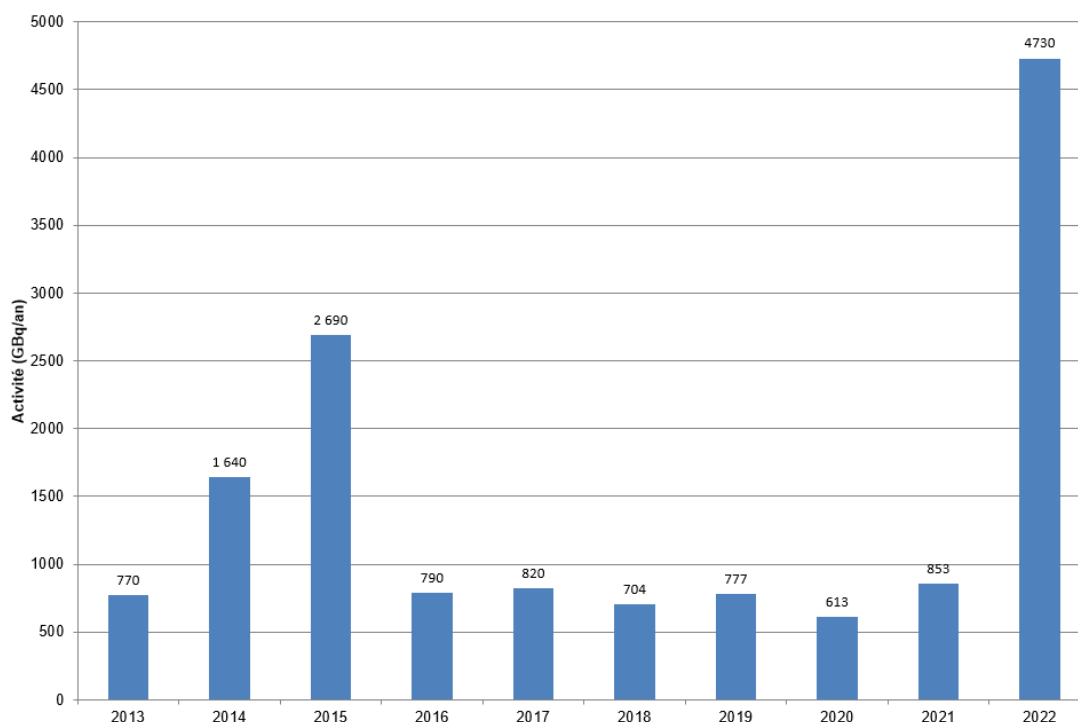


Figure 4 : Activité en gaz rares rejetée à l'atmosphère sur la période 2013-2022

Les variations d'une année sur l'autre de l'activité en gaz rares rejetée résultent principalement de micro-inétanchéités de gainage. Les assemblages de combustible défectueux sont systématiquement remplacés lors des arrêts pour rechargement.

Les activités en gaz rares rejetés sont relativement stables sur la période de 2013 à 2022, hormis trois valeurs élevées constatées en 2014, 2015 et 2022 :

- en juin 2014, une présomption de défaut de gainage sur un assemblage combustible a été détectée au cours de l'arrêt du réacteur n°5 ;
- en février 2015, une présomption de défaut de gainage sur un assemblage combustible a été avérée lors de l'arrêt du réacteur n°3 ;
- le résultat de l'année 2022 est marqué par des défauts de gainage des deux unités de production n° 4 et 5.

De plus, la mesure est effectuée sur un prélèvement ponctuel et extrapolée sur une semaine. Ainsi, en juillet 2015, une mesure élevée non représentative extrapolée à une semaine a entraîné une surestimation de l'activité calculée en gaz rares : 1 312 GBq au total pour ce mois. La valeur de 2 690 GBq pour 2015 n'est donc pas du tout représentative des rejets réels de l'année.

Globalement, les faibles niveaux d'émissions observés, ont été obtenus grâce à un ensemble d'actions mises en œuvre, notamment :

- des mesures prises pour améliorer l'étanchéité des gaines du combustible ;
- des mesures prises pour améliorer l'étanchéité des circuits véhiculant des gaz radioactifs ;
- la possibilité de laisser décroître l'activité des radionucléides à période courte en différant le rejet des capacités ;
- des améliorations portant sur la surveillance et le remplacement systématique des assemblages de combustible défectueux.

Iodes

Les iodes présents dans les rejets d'effluents radioactifs du CNPE (principalement l'iode 131 et l'iode 133) sont des produits de fission, obtenus dans le combustible par fission des atomes d'uranium ou de plutonium. Ils restent, en grande majorité, confinés dans la gaine du combustible. Une faible quantité peut toutefois migrer dans l'eau du circuit primaire, en cas de micro-inétanchéité de gainage, puis se retrouver dans les effluents.

Les iodes présents dans les effluents radioactifs liquides sont piégés efficacement par les systèmes de traitement des effluents (filtration, déminéralisation sur résines, séparation par évaporation). Les iodes 131 et 133 ont des périodes radioactives courtes (respectivement 8 jours et 21 heures) et disparaissent ainsi rapidement. Les iodes présents dans les effluents radioactifs atmosphériques sont retenus par passage sur des pièges à iodes (charbon actif) et sur des filtres à très haute efficacité.

La Figure 5 présente l'activité annuelle en iodes rejetée à l'atmosphère par le CNPE du Bugey sur la période de 2013 – 2022.

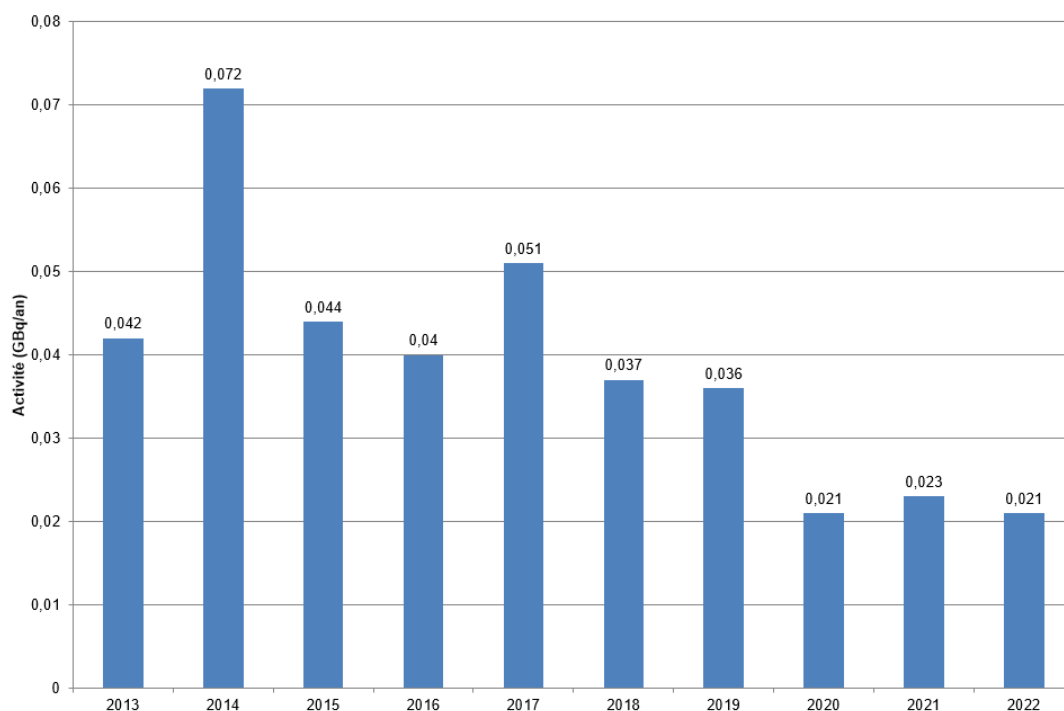


Figure 5 : Activité en iodes rejetée à l'atmosphère sur la période 2013 – 2022

Les activités en iodes rejetés à l'atmosphère sont relativement stables sur la période de 2013 – 2022.

Une légère augmentation a été observée en 2014 ; elle est due à un défaut de gainage sur un assemblage combustible détectée au cours de l'arrêt du réacteur n°5 en juin 2014. Le même phénomène a été rencontré pour le réacteur n°3, le défaut de gainage a été confirmé lors de l'arrêt de la tranche début 2015.

La Figure 6 présente l'activité annuelle en iodes rejetée dans les effluents liquides par le CNPE du Bugey sur la période 2013 – 2022.

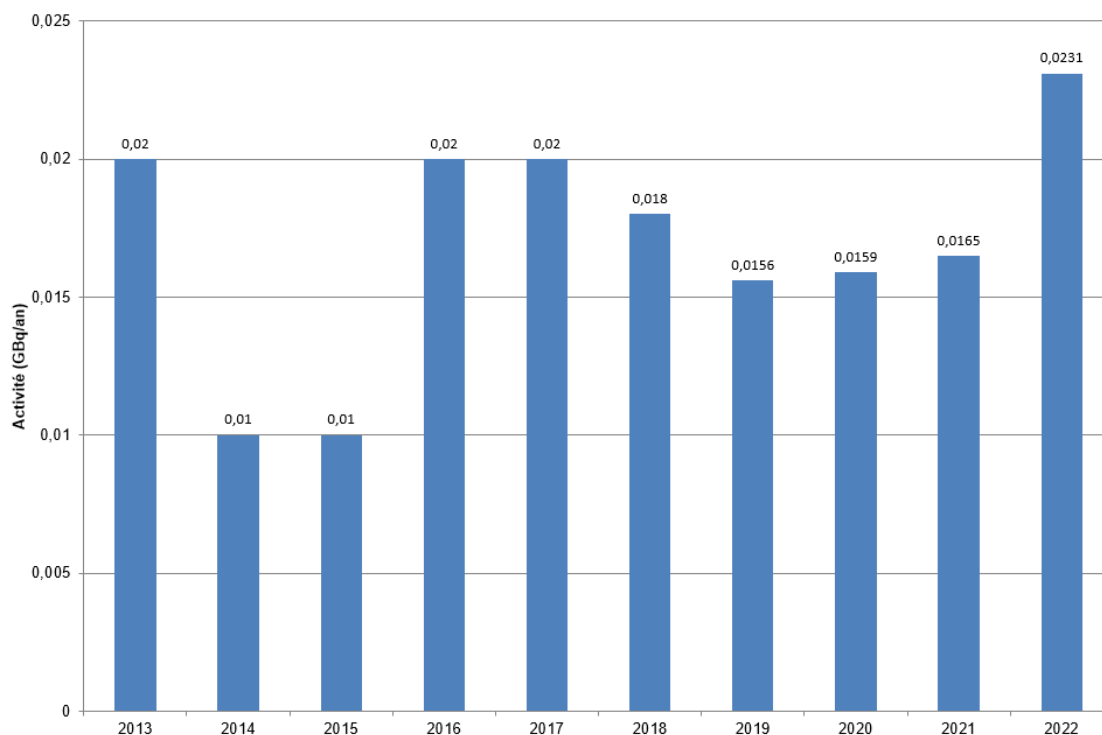


Figure 6 : Activité en iodes rejetée dans les effluents liquides sur la période 2013 – 2022

De même que pour les rejets à l'atmosphère, les activités annuelles d'iodes rejetés par voie liquide sont relativement stables sur la période de 2013 à 2022, hormis une augmentation relevée en 2022, qui peut s'expliquer par une fréquence de rejets d'effluents plus importante cette année-là que les autres années. En effet, les quantités d'iodes sont faibles dans les rejets, et souvent inférieures aux limites de détection des appareils d'analyse. Pour chaque rejet, l'équivalent du minimum détectable étant comptabilisé, une augmentation de la fréquence de rejet induit une quantité cumulée rejetée « fictive » sur l'année plus importante.

Autres produits de fission ou d'activation émetteurs beta ou gamma (autres PF/PA)

Outre les radionucléides déjà mentionnés précédemment, les substances radioactives présentes dans le process appartiennent à deux catégories :

- les Produits de Fission (PF), créés dans le combustible par fission des atomes d'uranium ou de plutonium. Ces produits de fission sont des radionucléides tels que les césiums 134 et 137, qui restent en quasi-totalité confinés dans le combustible. Une faible quantité peut, toutefois, migrer dans l'eau du circuit primaire, en cas de micro-inétanchéité de gainage du combustible, puis se retrouver dans les effluents ;
- les Produits d'Activation (PA), créés à l'extérieur du combustible par l'action des neutrons de fission sur les composants sous flux (cuve, tuyauteries, grappes de commande) ainsi que sur les éléments chimiques contenus dans l'eau du circuit primaire, tels que le bore, le lithium et les produits de corrosion relâchés par les surfaces en contact avec le fluide primaire. Les produits d'activation incluent notamment les cobalts 58 et 60, le manganèse 54, l'antimoine 124 et l'argent 110 m.

Les autres produits de fission et d'activation (émetteurs bêta ou gamma autres que le tritium, le carbone 14, les iodes et les gaz rares) présents sous forme d'aérosols dans les effluents gazeux sont traités par décroissance radioactive dans les réservoirs d'entreposage et/ou retenus par passage sur des pièges à iodes (charbon actif) et sur des filtres à très haute efficacité.

Dans les effluents liquides, les autres produits de fission et d'activation (émetteurs bêta ou gamma autres que le tritium, le carbone 14, les iodes et les gaz rares) sont retenus en grande partie par les systèmes de traitement (filtres ou résines) du circuit de purification en continu de l'eau du circuit primaire (circuit RCV) et des systèmes de traitement des effluents (circuits TEP et TEU). Sur l'ensemble du Parc, les activités de ces radionucléides rejetées par réacteur en fonctionnement ont diminué d'un facteur 100 depuis 1985.

Les améliorations apportées aux circuits de collecte et de traitement et les efforts réalisés par l'exploitant pour réduire à la source la production d'effluents expliquent ce résultat. Le niveau de rejets atteint sur les PF et PA est considéré comme asymptotique.

L'activité annuelle en autres produits de fission ou d'activation, émetteurs bêta ou gamma (« autres PF/PA ») rejetée à l'atmosphère par le CNPE du Bugey sur la période 2013 – 2022 est stable à une valeur de 0,003 GBq/an.

La Figure 7 représente l'activité annuelle en autres produits de fission ou d'activation, émetteurs bêta ou gamma (« autres PF/PA »), rejetée dans les effluents liquides par le CNPE du Bugey sur la période 2013 – 2022.

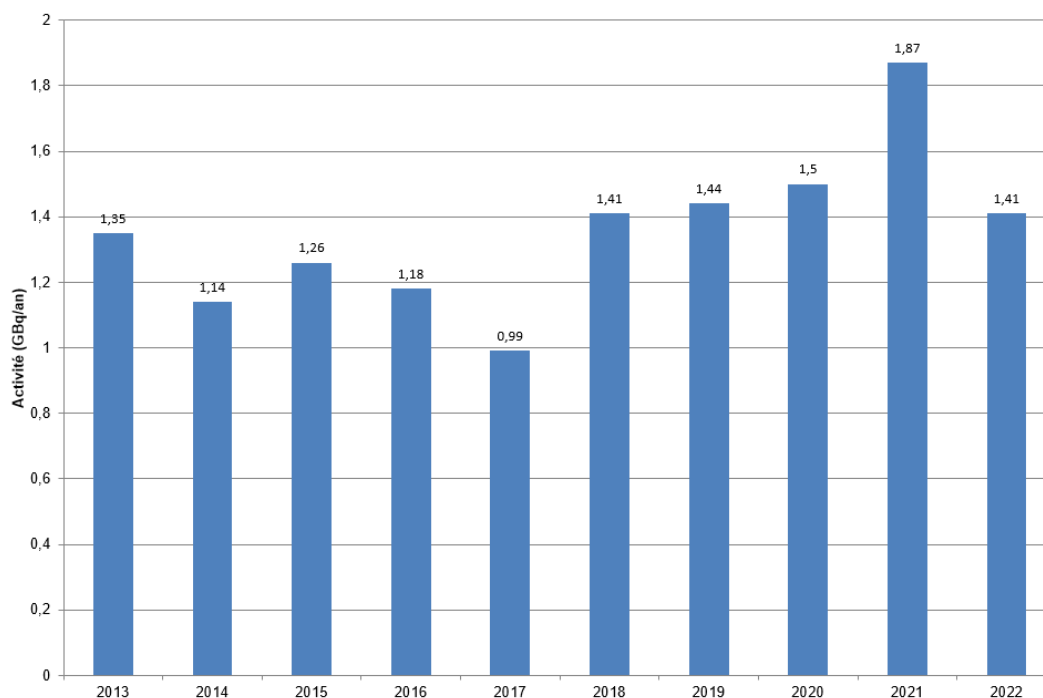


Figure 7 : Activité en autres PF/PA rejetée dans les effluents liquides sur la période 2013 – 2022

L'activité annuelle en autres PF/PA rejetée par voie liquide varie selon le programme industriel de chaque année, qui engendre une production plus ou moins importante d'effluents selon les opérations réalisées lors des arrêts de réacteur. La légère augmentation visible en 2021 est due à la réalisation de deux visites décennales des unités n° 4 et 5 et donc un volume d'effluents produits plus importants.

Action d'amélioration de la mesure de débit des cheminées des bâtiments des auxiliaires nucléaires (BAN)

Dans le cadre de l'amélioration de la mesure des débits à la cheminée des Bâtiments des Auxiliaires Nucléaires (BAN), les capteurs de mesure de débit de l'ensemble des BAN du CNPE du Bugey ont été remplacés (modification référencée PNPE0303).

1.2.4.2.2 Bilan des rejets d'effluents chimiques

Le fonctionnement d'un CNPE nécessite l'utilisation de substances chimiques qui produisent des rejets d'effluents par voie liquide ou atmosphérique dans l'environnement. D'autres substances issues de l'usure des circuits et équipements sont également rejetées. Les principaux paramètres représentatifs des rejets d'effluents chimiques du CNPE du Bugey proviennent de la voie liquide.

Les substances dont les rejets dans l'environnement présentent un enjeu sont :

- l'acide borique, l'hydrazine, la morpholine et l'azote total issus du conditionnement des circuits primaires et secondaires ;
- les phosphates, issus du conditionnement de certains circuits auxiliaires nucléaires et conventionnels, principalement pour les circuits de réfrigération intermédiaire et d'eau surchauffée ;
- les polyacrylates et le sodium issus du traitement pour la prévention de la formation de tartre dans les circuits de refroidissement ;
- les AOX (organo-halogénés formés par réaction entre un agent biocide oxydant contenant un halogène et de la matière organique), le CRT (Chlore Résiduel Total), le sodium, les chlorures, l'ammonium, les nitrites et les nitrates issus du traitement biocide des circuits de refroidissement.

Les paragraphes suivants présentent le bilan sur 10 ans de ces principaux paramètres et les optimisations effectuées ou engagées par l'exploitant.

Rejets d'acide borique

En solution dans l'eau du circuit primaire, l'acide borique (H_3BO_3) participe, avec les grappes de commande, au contrôle de la réaction nucléaire. Seul le bore 10, isotope présent à hauteur de 20 % environ dans le bore naturel, absorbe les neutrons en formant du tritium (radioactif) ou du lithium 7 (stable). La concentration en bore dans l'eau du circuit primaire varie au cours du cycle de fonctionnement du réacteur. La teneur en bore en début de cycle est déterminée en fonction de paramètres neutroniques et de la durée de cycle souhaitée. Sa concentration baisse progressivement au cours du cycle. Pour cela, il est évacué du circuit primaire et se retrouve dans les effluents radioactifs. Dans le circuit primaire, la concentration évolue de 2 000 ppm (concentration en bore à la divergence) en début de cycle à une valeur presque nulle en fin de cycle (concentration à environ 10 ppm à partir du passage en prolongation de cycle de réacteur).

Les effluents radioactifs contenant du bore issus du circuit primaire peuvent être, après passage dans le système de traitement des effluents primaires (TEP), réutilisés comme eau d'appoint au circuit primaire. Ce recyclage, prévu de conception, permet de limiter les quantités d'acide borique rejeté.

L'acide borique non recyclé au circuit primaire (déconcentration), ainsi que les effluents radioactifs contenant du bore produits principalement lors des opérations d'échantillonnage, de maintenance (vidange) et d'évacuation combustible ou en cas de fuites, sont dirigés vers le système de Traitement des Effluents radioactifs Usés (TEU). L'acide borique se retrouve après traitement par évaporation soit sous forme de déchet solide (concentrat), soit sous forme d'effluent liquide dans les réservoirs d'entreposage et de contrôle avant rejet.

La Figure 8 présente les rejets annuels d'acide borique du CNPE du Bugey sur la période 2013 – 2022.

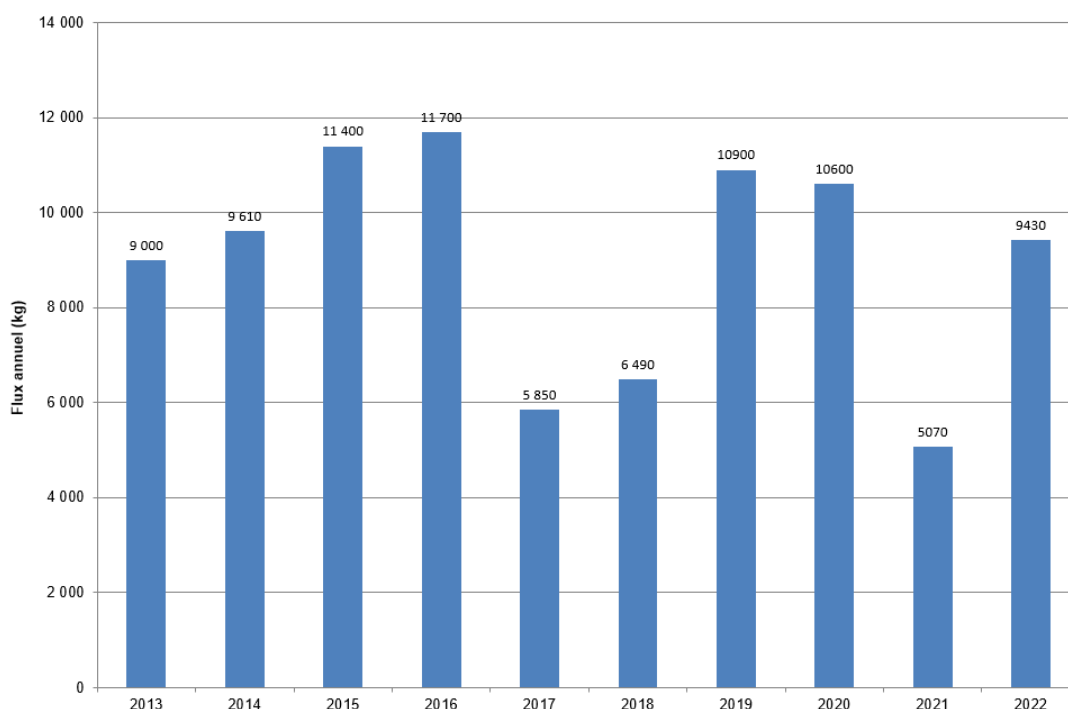


Figure 8 : Rejets annuels d'acide borique sur la période 2013 – 2022

Les rejets annuels en acide borique sur le CNPE du BUGÉY sont relativement variables avec quatre augmentations constatées en 2015, 2016, 2019 et 2020. Les rejets importants de ces quatre années s'expliquent par des opérations de désiliciages¹⁸ conséquents réalisés pour revenir dans les spécifications chimiques sur la silice. C'était également le cas, dans une moindre mesure, en 2013 et 2014. Du fait de contraintes d'exploitation particulières, ces opérations de déconcentration en silice n'ont pas pu être réalisées en 2017 et 2018, ce qui explique les rejets plus faibles de bore.

Rejets d'hydrazine

L'hydrazine (N_2H_4) est utilisée principalement dans le circuit secondaire pour réduire l'oxygène résiduel dissous, maintenir un milieu réducteur, et ainsi minimiser la corrosion des matériaux présents dans le circuit. Injectée sous forme d'hydrate d'hydrazine ($N_2H_4.H_2O$), l'hydrazine se décompose à chaud en ammoniacque qui contribue au maintien du pH. Avant rejet, les effluents du circuit secondaire transitent par les réservoirs de recueil des effluents des eaux d'exhaure de la salle des machines (réservoirs Ex).

L'hydrate d'hydrazine est également utilisé, de manière très limitée, dans le circuit primaire pour effectuer le « palier chimique » entre 60 °C et 120 °C (élimination de l'oxygène du circuit primaire en phase de redémarrage). L'excès d'hydrate d'hydrazine est décomposé thermiquement en ammoniacque lors de la montée en température (« cracking thermique »).

L'hydrate d'hydrazine est enfin utilisé pour le conditionnement humide des générateurs de vapeur en arrêt de réacteur. Dans le cadre de cette utilisation, les éventuels rejets liquides sont principalement orientés vers les réservoirs T destinés à recevoir les effluents liquides de l'îlot nucléaire.

Dans les réservoirs T et Ex, l'hydrazine se transforme par oxygénation en diazote (N_2) et en eau. Cette oxydation est favorisée par la mise en brassage de l'effluent, et pour les réservoirs équipés, par bullage à l'air.

¹⁸ Opération d'élimination de la silice de l'eau.

Sur le CNPE du Bugey, la dégradation de l'hydrazine est effectuée :

- dans les réservoirs T, par brassage, par bullage à l'air et par injection de sulfate de cuivre (CuSO_4) depuis 2009 ;
- dans les réservoirs T et Ex, par brassage de l'effluent et injection de sulfate de cuivre si nécessaire.

La Figure 9 présente les rejets annuels d'hydrazine issus des réservoirs T, S et Ex du CNPE du Bugey sur la période 2013 – 2022.

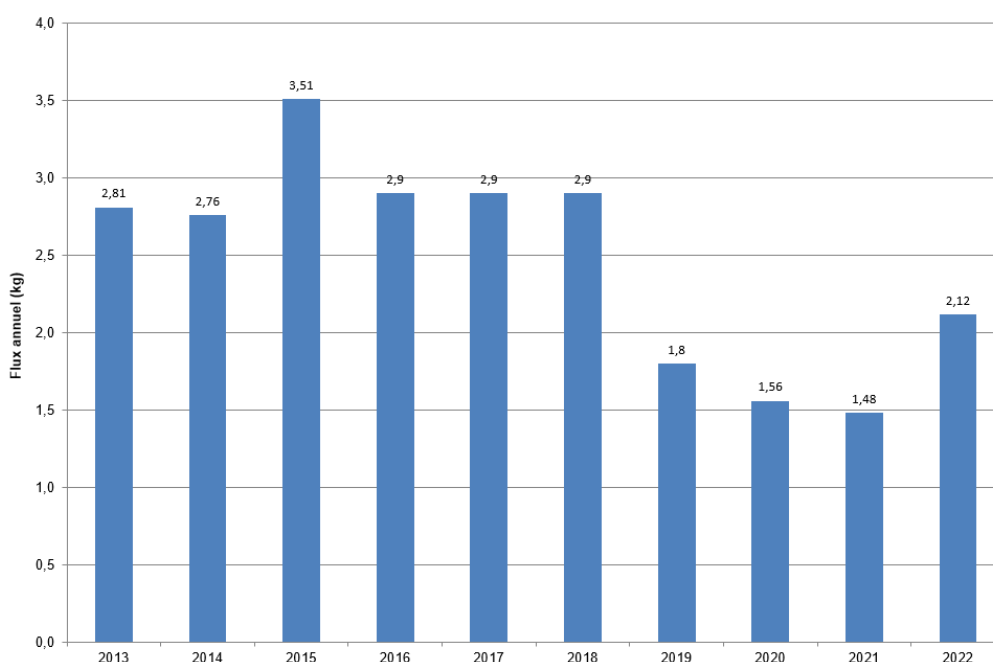


Figure 9 : Rejets annuels d'hydrazine sur la période 2013 – 2022

Les rejets annuels d'hydrazine sont relativement stables depuis la mise en place de l'injection de sulfate de cuivre en tant que catalyseur de la destruction de l'hydrazine sur le CNPE du Bugey courant 2009.

La légère augmentation observée en 2015 s'explique par la vidange de portions de circuit réalisée dans le cadre de recherches d'entrées d'eau brute sur le circuit secondaire.

Action engagée

Une veille technique est réalisée afin d'identifier un éventuel produit de substitution à l'hydrazine. Aujourd'hui, ces travaux de veille montrent qu'il n'existe pas d'autre substance présentant les mêmes caractéristiques chimiques permettant le conditionnement des circuits dans tous les états de fonctionnement du réacteur rencontrés.

Par ailleurs, des optimisations sur le système d'injection d'hydrate d'hydrazine (SIR) ont été engagées sur l'ensemble des CNPE du Parc. Ainsi, le système d'étanchéité des pompes d'injection a été remplacé par la mise en place d'un système de garniture plus efficace, limitant les fuites des presses étoupes. Cette modification a été effectuée sur les quatre réacteurs du CNPE du Bugey entre 2011 et 2013.

Rejets de morpholine

La morpholine (C_4H_9NO) est une amine volatile employée pour le conditionnement du circuit secondaire afin de maintenir un pH optimal vis-à-vis de la corrosion dans l'ensemble du circuit. Son action sur le pH est complétée par l'ammoniaque provenant de la décomposition thermique de l'hydrazine. Le conditionnement du circuit secondaire fait l'objet de spécifications chimiques. Celles-ci sont établies en tenant compte, notamment de la nature des matériaux à protéger contre la corrosion, mais aussi des contraintes environnementales. La morpholine est également utilisée pour le conditionnement humide des générateurs de vapeur.

Les rejets de morpholine sont réalisés très majoritairement via les réservoirs Ex (effluents issus de la salle des machines), voire les réservoirs T (effluents issus des purges des générateurs de vapeur non recyclées ou de vidanges, faisant suite au conditionnement à l'arrêt).

La Figure 10 présente les rejets annuels de morpholine issus des réservoirs T, S et Ex du CNPE du Bugey sur la période 2013 – 2022.

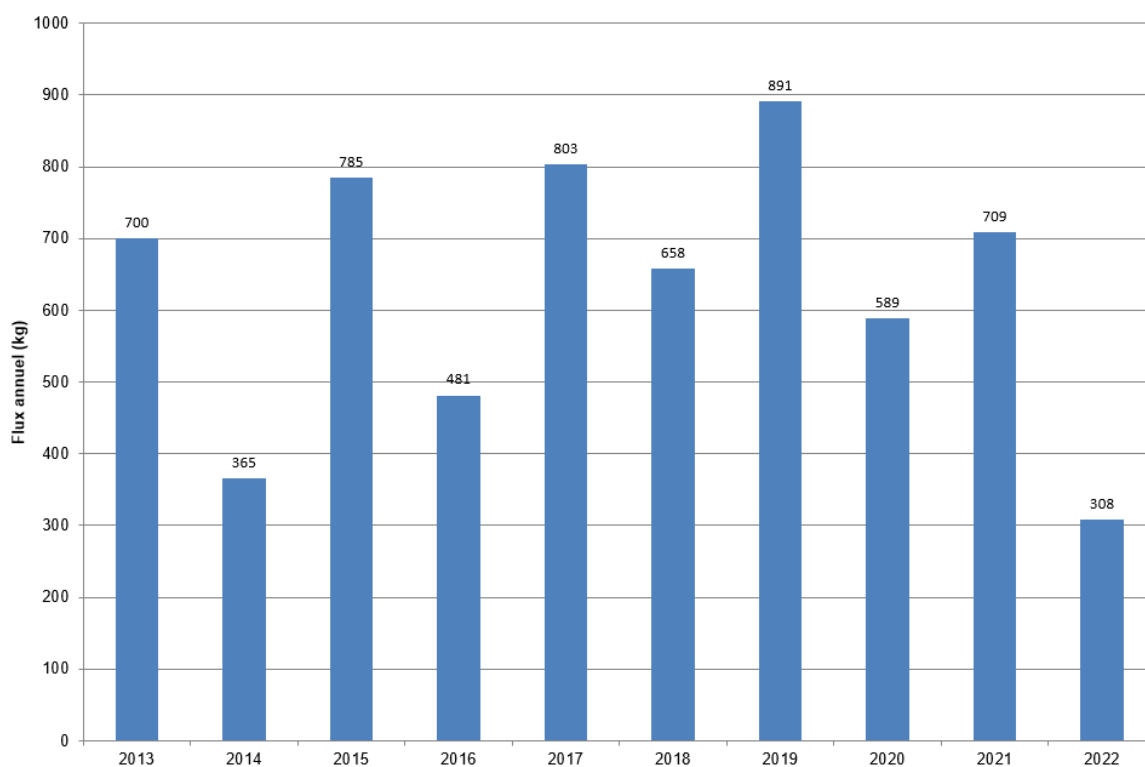


Figure 10 : Rejets annuels de morpholine sur la période 2013 – 2022

Action engagée

Dans une démarche d'amélioration continue, parmi les trois substances majoritairement utilisées (ammoniaque, morpholine, éthanolamine) sur le Parc pour maintenir un pH optimal dans le circuit secondaire, le conditionnement à l'éthanolamine (C_2H_7NO) est actuellement le conditionnement cible, car il permet le meilleur compromis entre la protection des matériels et les rejets. Ainsi, l'éthanolamine présente des avantages par rapport à la morpholine :

- grâce à sa plus forte basicité, les quantités d'éthanolamine nécessaires pour maintenir le pH spécifié sont plus faibles que les quantités de morpholine permettant de maintenir ce même pH ; le conditionnement à l'éthanolamine génère donc moins de rejets ;
- grâce à sa faible volatilité, l'éthanolamine offre, à pH équivalent, une meilleure protection que la morpholine contre la corrosion et l'érosion des aciers non ou faiblement alliés dans les parties liquides des zones diphasiques, et contribue ainsi à augmenter la durée de fonctionnement des tuyauteries et des appareils sous pression du poste d'eau ;
- l'éthanolamine est plus stable thermiquement que la morpholine et engendre moins de produits de décomposition dans le circuit secondaire ;
- l'éthanolamine est davantage biodégradable que la morpholine.

Le déploiement progressif du conditionnement à l'éthanolamine est en cours à l'échelle du Parc. Sur le CNPE du BUGEY, le basculement à l'éthanolamine a été réalisé en 2022, après les visites décennales de chaque réacteur. Le REX n'est pas suffisant pour être exploitable.

Rejets d'azote total

L'azote, sous la forme prépondérante d'ammoniaque, provient de la dégradation thermique de l'hydrate d'hydrazine et participe au conditionnement du circuit secondaire afin de réduire la corrosion de ce circuit. Lors des arrêts de réacteur, l'ammoniaque peut être utilisée pour le conditionnement humide des générateurs de vapeur.

La Figure 11 présente les rejets annuels d'ammonium issus des réservoirs T, S et Ex du CNPE du Bugey sur la période 2013 – 2022 et d'azote total sur la période 2015 – 2022. Le flux annuel moyen en azote total depuis 2015 est de 3 106 kg. Depuis septembre 2014, les substances comptabilisées ne sont plus les mêmes, suite à la décision modalités n° 2014-DC-0443. En effet, avant septembre 2014, seul l'azote sous forme ammoniacale était comptabilisé. Or, depuis 2015, le rejet annuel comptabilisé correspond à l'azote total (ammoniacal, nitrites et nitrates).

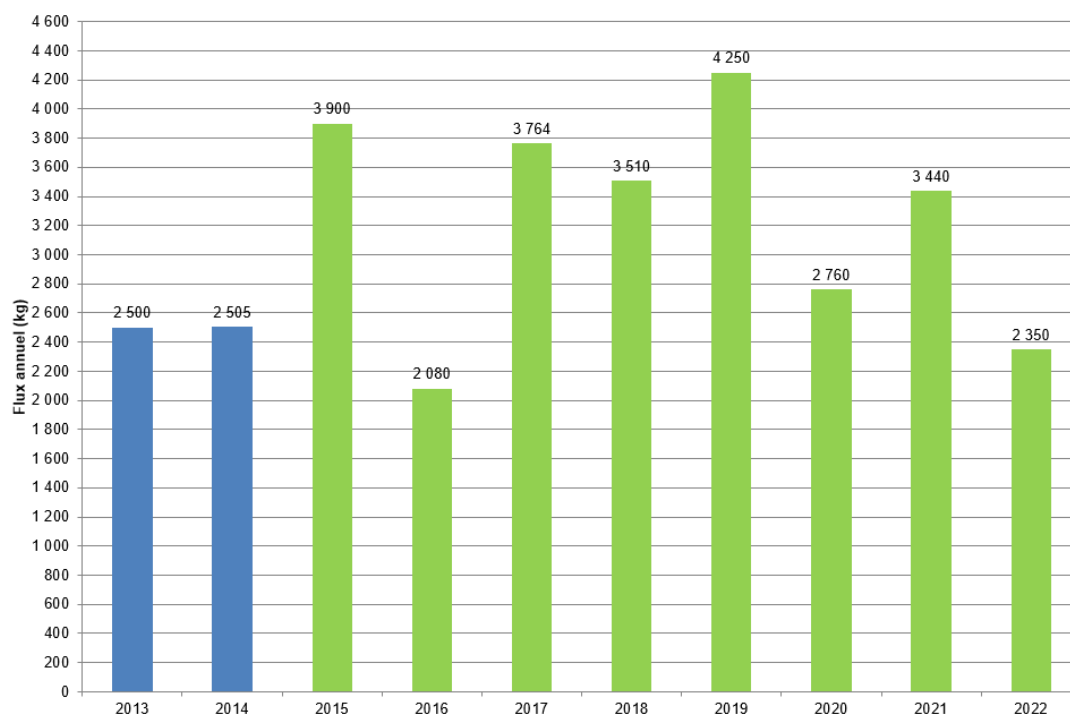


Figure 11 : Rejets annuels d'azote total sur la période 2013 – 2022

Les rejets annuels d'azote total du CNPE du Bugey augmentent à partir de 2015 du fait principalement de l'adaptation du conditionnement afin d'augmenter le pH des circuits. En 2016 l'arrêt prolongé du réacteur n° 5 explique les faibles rejets d'azote observés cette année-là.

Rejet de phosphates

Le phosphate trisodique (Na_3PO_4) est utilisé pour le conditionnement des circuits de refroidissement intermédiaires de l'îlot nucléaire (circuits RRI et DEG) et des circuits de l'îlot non nucléaire comprenant le refroidissement intermédiaire (circuit SRI) et la distribution d'eau surchauffée. Les effluents phosphatés sont produits lors des appoints/rejets ou vidanges nécessaires sur ces circuits en vue de respecter les spécifications chimiques et radiochimiques.

La Figure 12 présente les rejets annuels de phosphates issus des réservoirs T, S et Ex du CNPE du Bugey sur la période 2013 – 2022.

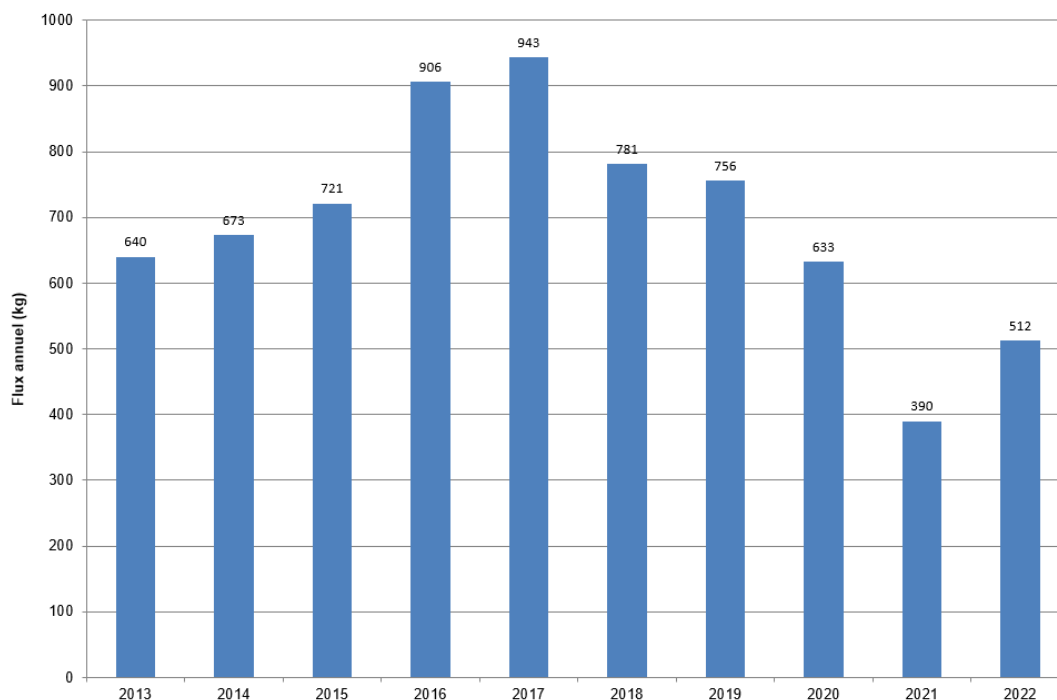


Figure 12 : Rejets annuels en phosphates sur la période 2013 – 2022

Les rejets de phosphates du CNPE du Bugey sont variables sur la période 2013– 2022. L'augmentation constatée en 2016 et 2017 est notamment due à des purges du circuit de réfrigération intermédiaire des auxiliaires nucléaires du primaire plus nombreuses que prévues dans le cadre de la déconcentration de ce circuit phosphaté.

Rejets de polyacrylates et de sodium issus du traitement anti-tartre des circuits de refroidissement

Le refroidissement des réacteurs n° 4 et 5 du CNPE du Bugey est réalisé par des tours aéroréfrigérantes. Afin de limiter l'entartrage et l'encrassement du Circuit de Refroidissement (CRF), un anti-tartre organique (ATO/polyacrylates) est injecté toute l'année pour prévenir l'entartrage et l'encrassement des circuits. Cet anti-tartre agit sur le processus de germination du tartre par un ralentissement de la vitesse de croissance des cristaux et permet également de limiter l'adhésion du tartre et des matières en suspension sur les parois des principaux composants des circuits de par son effet filmant et dispersant.

Ce système a été testé en décembre 2015, et mis en service à partir de mars 2016 sur le réacteur n° 4 et octobre 2017 sur le réacteur n° 5. A partir de 2018, les résultats sont représentatifs de la mise en œuvre du traitement antitartre en continu sur les deux réacteurs.

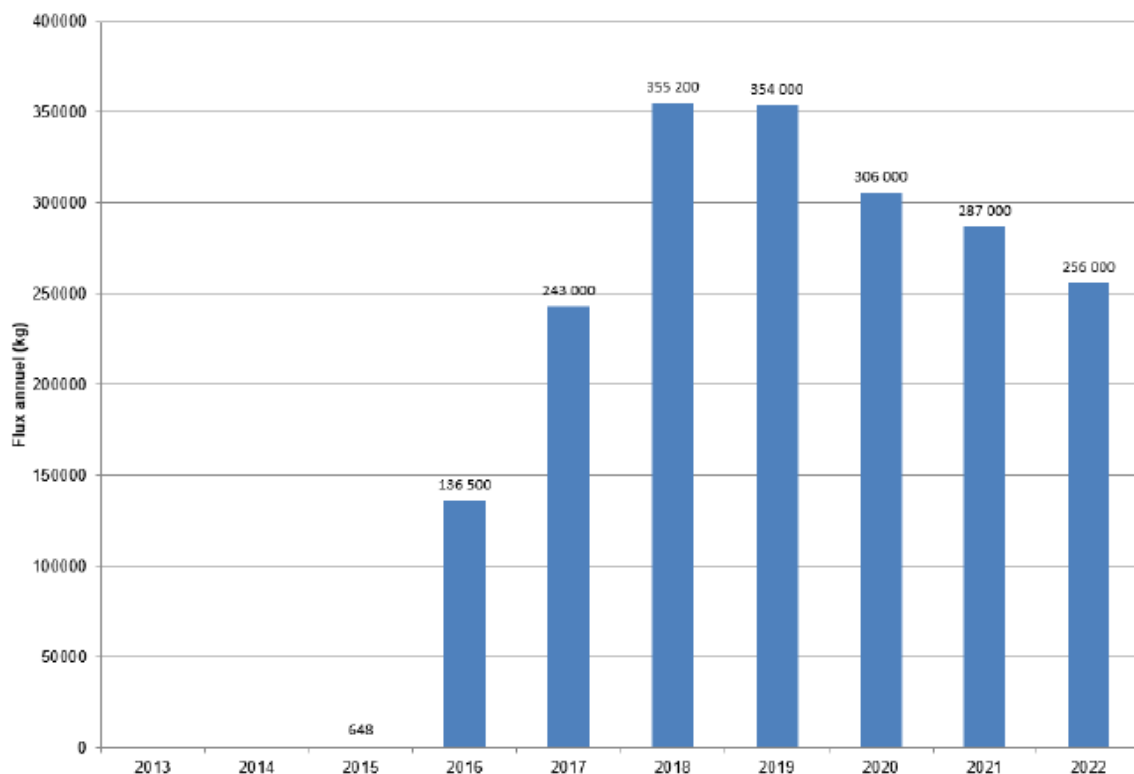


Figure 13 : Rejets annuels en polyacrylates issus du traitement anti-tartre sur la période 2013 – 2022

Les années 2020 à 2022 font l'objet de rejets plus faibles du fait de la réalisation de deux arrêts longs des réacteurs n° 4 puis 5 pour leurs visites décennales.

Rejets issus des traitements biocides à la monochloramine

L'échauffement des eaux dans les circuits de refroidissement semi-ouverts des condenseurs est susceptible d'y engendrer le développement de légionelles et d'amibes, micro-organismes potentiellement pathogènes pour la population. En conformité avec les exigences de la décision n° 2016-DC-0578 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 6 décembre 2016 dite « décision amibes – légionelles », le CNPE du Bugey met en œuvre un traitement biocide des eaux de refroidissement, afin de protéger la population de tout risque sanitaire.

Ce traitement biocide est assuré par une injection de monochloramine (NH_2Cl) dans les circuits de refroidissement via une station de monochloramination. Le traitement biocide et les rejets issus de ce traitement, dépendent principalement de la température et de la qualité de l'eau à l'origine du développement des micro-organismes pathogènes dans les circuits de refroidissement.

Des chlorations massives acidifiées à pH contrôlé, consistant en l'injection d'eau de javel et d'acide sulfurique (pour limiter l'entartrage) dans l'eau de refroidissement, peuvent également être réalisées de manière ponctuelle, si besoin.

Le CNPE du Bugey n'a effectué aucune chloration massive de ses circuits au cours de la période 2013 – 2022.

Les rejets chimiques résultant du traitement à la monochloramine sont les suivants :

- le sodium : provenant de l'eau de javel ;
- les chlorures et l'ammonium : produits résultant de la réaction de la monochloramine avec l'eau du circuit ;
- les nitrates et les nitrites : produits de l'oxydation de l'ammonium dans le circuit ;
- les AOX : composés issus de la réaction du chlore de la monochloramine avec les matières organiques présentes dans l'eau ;
- la monochloramine (sous forme de CRT), agent résiduel.

Les Figure 14 et Figure 15 présentent les rejets annuels de sodium et de chlorures sur la période 2013 – 2022.

Le nombre d'heures de traitement biocide pendant l'année est représenté par la courbe rouge et les flux annuels sont représentés par les barres d'histogramme bleu dans les figures suivantes.

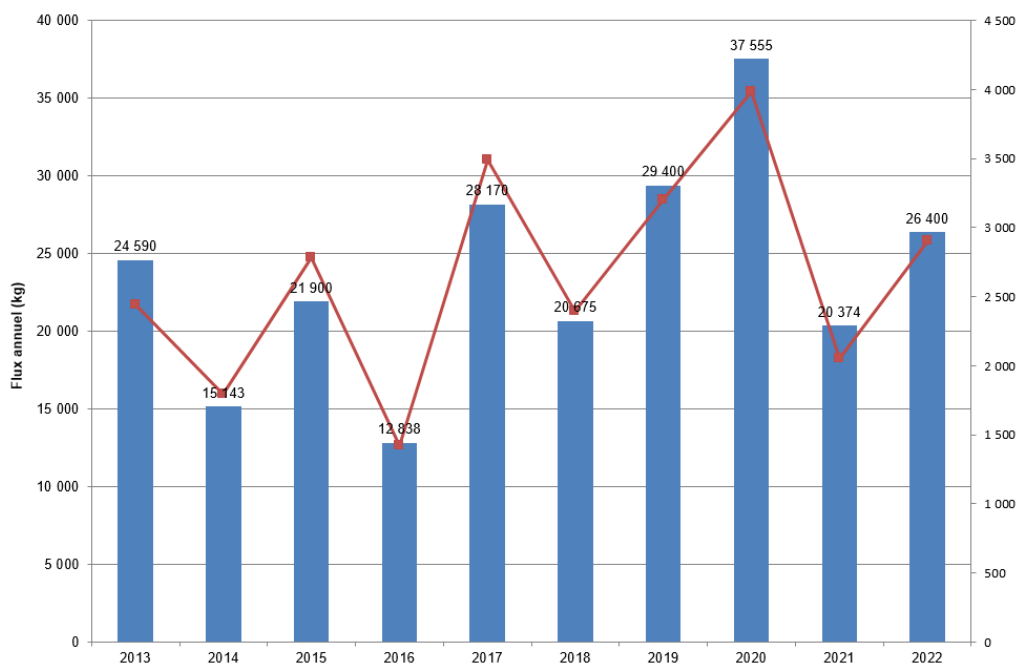


Figure 14 : Rejets annuels de sodium issus du traitement biocide à la monochloramine sur la période 2013 – 2022

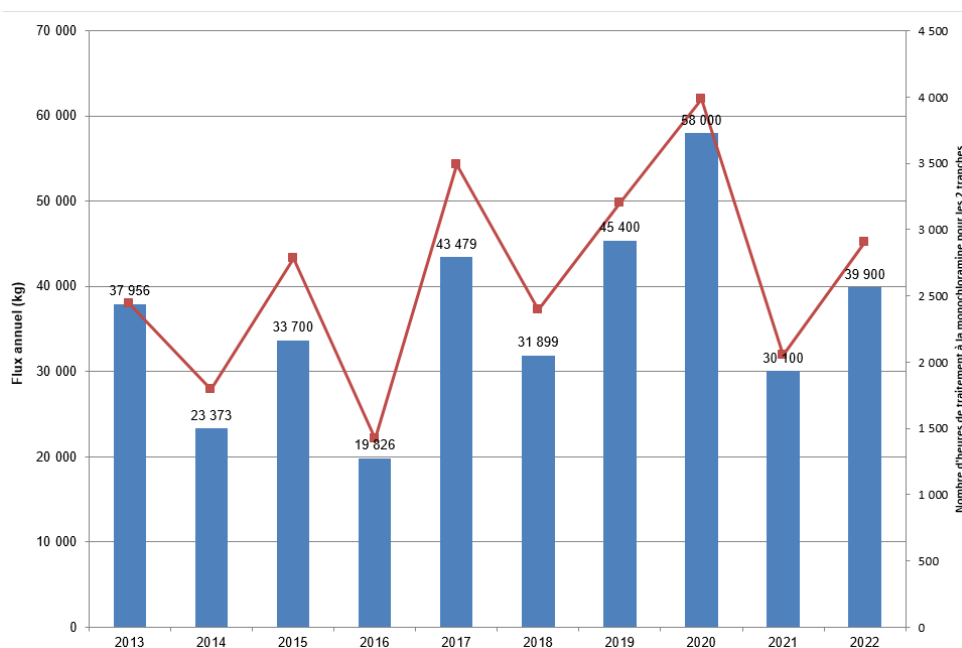


Figure 15 : Rejets annuels de chlorures issus du traitement biocide à la monochloramine sur la période 2013 – 2022

On observe, de façon générale sur la période étudiée, que le nombre annuel d'heures de traitement biocide est assez variable et principalement dû à la programmation des arrêts de réacteurs n° 4 et 5 pendant lesquels le traitement biocide est suspendu sur la tranche à l'arrêt.

Cette durée cumulée est particulièrement faible en 2016 puisque cette année-là l'unité de production n° 5 n'a pas fonctionné et que le réacteur n° 4 a connu une VP sur la fin de la campagne de traitement. De même en 2014, l'unité n° 5 était à l'arrêt de mi-juin à mi-septembre, ainsi qu'en 2021 où se sont succédées les VD des réacteurs n° 4 puis 5.

Les Figure 16, Figure 17 et Figure 18 présentent les rejets annuels d'ammonium, de nitrates et de nitrites, sur la période 2013 – 2022.

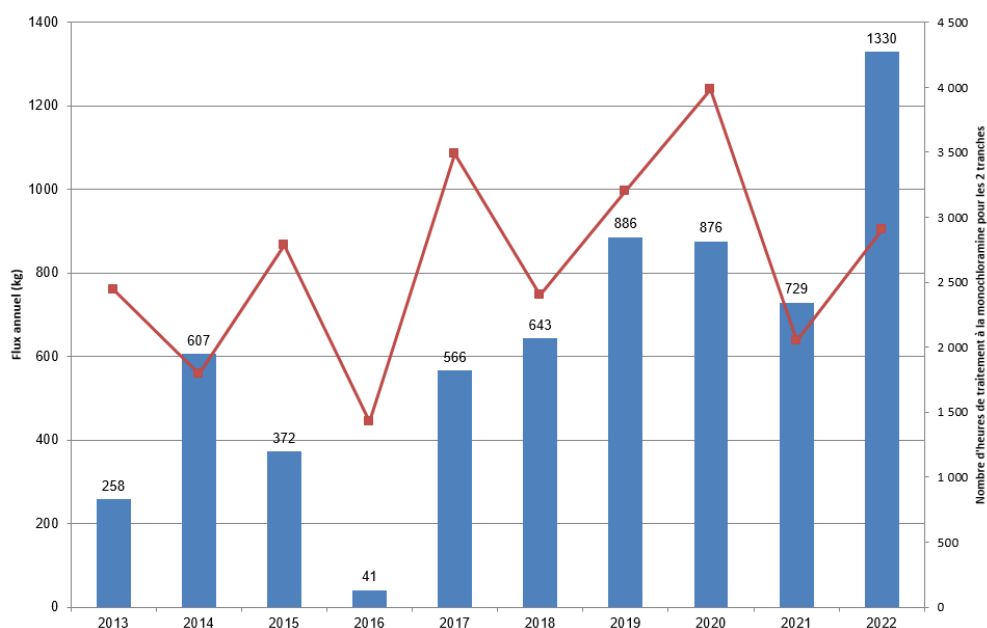


Figure 16 : Rejets annuels d'ammonium issus du traitement biocide à la monochloramine sur la période 2013 – 2022

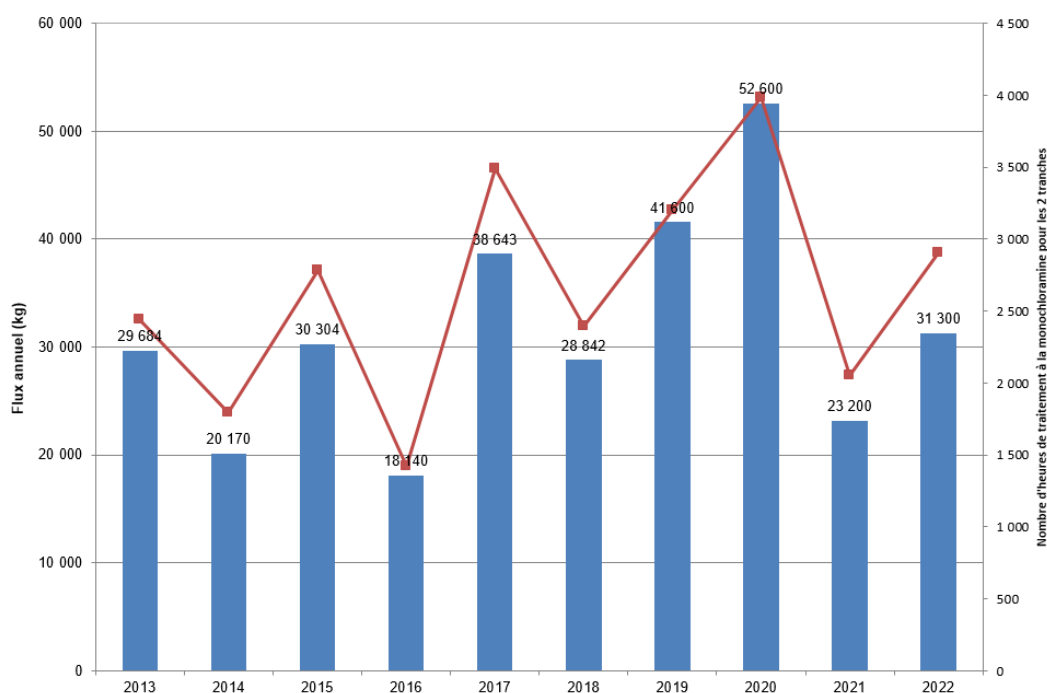


Figure 17 : Rejets annuels des nitrates issus du traitement biocide à la monochloramine sur la période 2013 – 2022

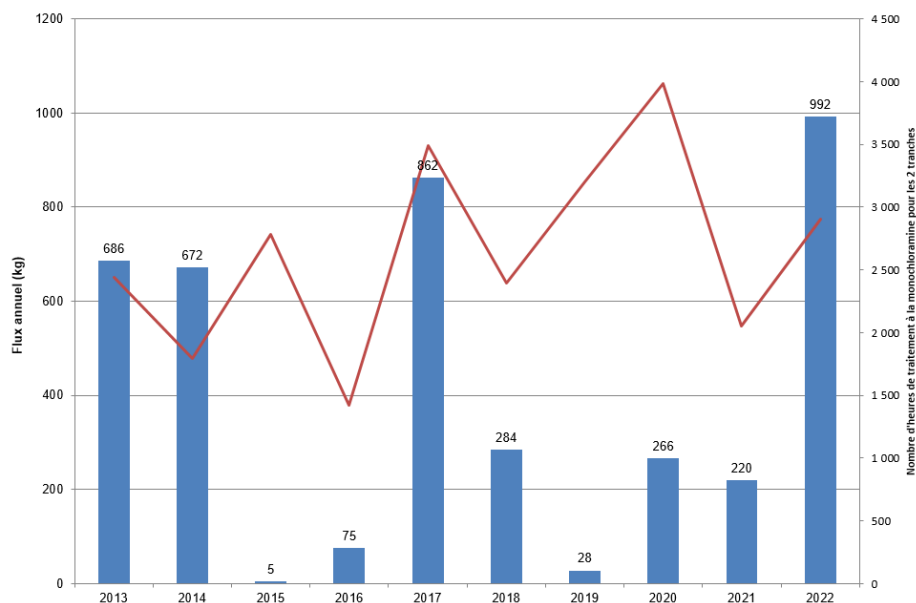


Figure 18 : Rejets annuels des nitrites issus du traitement biocide à la monochloramine sur la période 2013 – 2022

L'évolution des rejets annuels des substances azotées (ammonium, nitrates, nitrites) peut être corrélée au nombre d'heures de mise en œuvre du traitement biocide à la monochloramine sur les réacteurs n° 4 et n° 5.

L'augmentation des rejets d'ammonium en 2022 est due à un rejet important au moment des démarrages de traitement, phénomène observable lorsque l'écosystème du circuit et le cycle de l'azote ne sont pas tout à fait stabilisés.

Les augmentations des rejets de nitrites en 2017 et en 2022 s'expliquent par les redémarrages du réacteur n° 5, après des arrêts prolongés (respectivement arrêt d'un peu moins de 2 ans pour l'affaire de l'épreuve enceinte et la visite décennale). Les nitrites se dégradent en nitrates grâce à des bactéries dénitrifiantes. Ces bactéries sont naturellement présentes dans le fleuve et dans les circuits. Les travaux de rénovation du packing et de nettoyage des circuits CRF pendant ces arrêts, ainsi que leurs durées ont contribué à diminuer la présence de ces bactéries, ce qui a limité l'effet de dénitrification.

Les Figure 19 et Figure 20 présentent les rejets annuels d'AOX et de CRT sur la période 2013 – 2022.

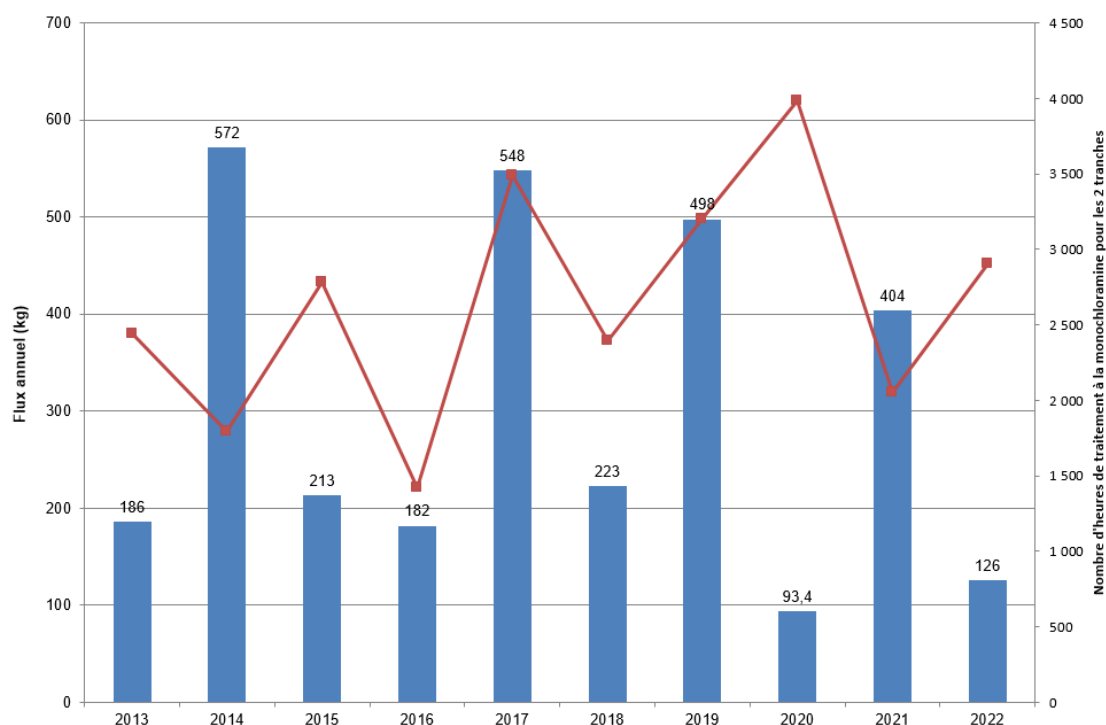


Figure 19 : Rejets annuel des AOX issus des traitements biocides sur la période 2013 – 2022

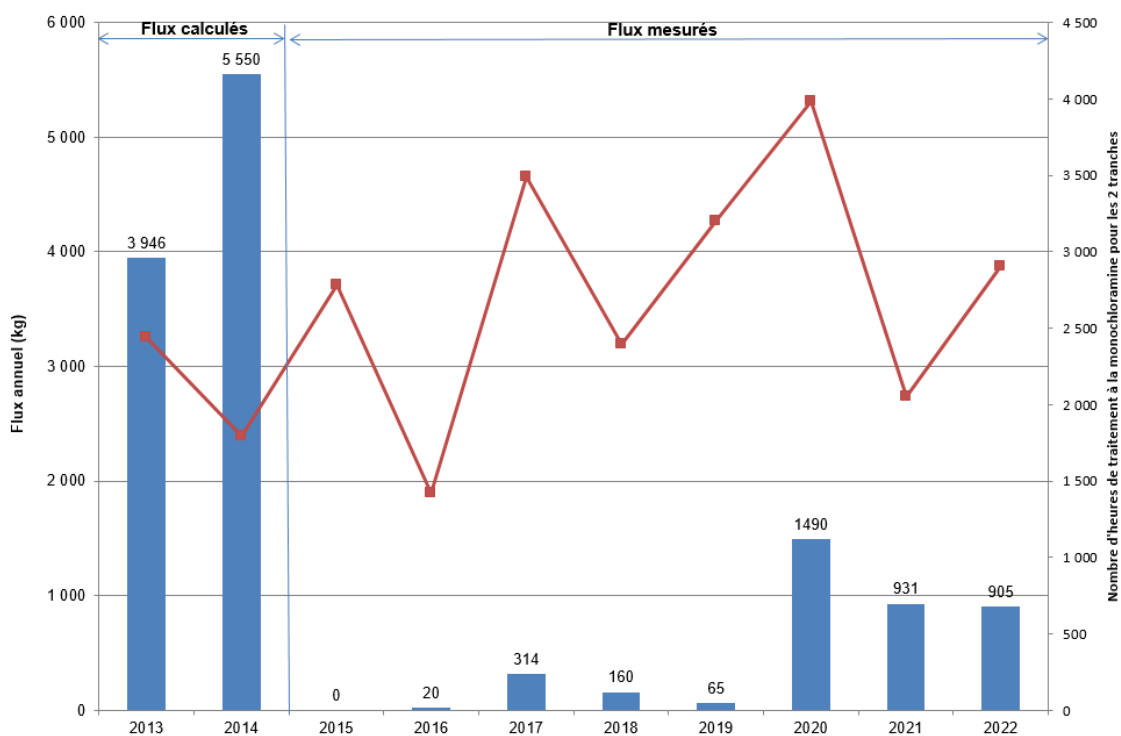


Figure 20 : Rejets annuels de CRT issus des traitements biocides sur la période 2013 – 2022

L'évolution des rejets AOX et CRT n'est pas corrélée au nombre d'heures de mise en œuvre du traitement biocide à la monochloramine sur les réacteurs n° 4 et n° 5 du CNPE du Bugey.

La diminution significative des rejets de CRT entre la période 2015 – 2022 s'explique par le passage des valeurs de rejets de CRT calculées pour la période 2013 – 2014 à des valeurs mesurées à partir de 2015, en application des décisions limites et modalités parues en septembre 2014.

De plus, à partir de 2020, une nouvelle méthode de mesure des rejets CRT conduit à hausser les flux de CRT, non liés à une réelle hausse des rejets mais à une évolution du mode de calcul des flux de CRT et à un abaissement de la limite de détection des chloromètres en ligne.

Les rejets d'AOX sont liés à la qualité de l'eau du Rhône. En effet, la formation d'AOX provient de la réaction de la monochloramine avec les matières organiques contenues dans l'eau à traiter. Les fluctuations des rejets AOX sont, par conséquent, directement liées aux variations qualitatives et quantitatives des matières organiques présentes dans l'eau de refroidissement.

1.2.4.3 Bilan des rejets thermiques

Dans un CNPE, environ un tiers de l'énergie thermique produite par le réacteur est converti en électricité, en vertu du principe thermodynamique de Carnot. Le reste, soit environ les deux tiers, est transféré sous forme de chaleur via le condenseur à une source froide, laquelle peut être soit le milieu aquatique (source froide dite en « circuit ouvert »), soit l'atmosphère (via des tours aéroréfrigérantes, source froide dite en « circuit fermé »). Il y a donc des rejets thermiques dans le milieu naturel.

Le circuit de refroidissement du CNPE du Bugey présente une particularité : les réacteurs n° 2 et 3 sont refroidis par un circuit ouvert, tandis que les réacteurs 4 et 5 sont refroidis par un circuit fermé.

Pour le CNPE du Bugey, les paramètres réglementés associés aux rejets thermiques sont l'échauffement amont-aval après mélange et la température en aval calculée après mélange.

Le Tableau 4 présente les limites applicables aux rejets thermiques ainsi que les valeurs maximales atteintes sur la période considérée.

Tableau 4 : Bilan 2009 – 2018 des rejets thermiques du CNPE du Bugey et limites réglementaires

Moyennes journalières 2009 – 2018	Echauffement amont-aval calculé après mélange (°C)	Température calculée en aval après mélange (°C)
Moyenne	2,1 °C	14,9 °C
Maximum	6,7 °C	26,0 °C
Valeur limite en conditions climatiques normales*	5 °C – 7 °C	24 °C – 26 °C
Valeur limite en conditions climatiques exceptionnelles	1 °C	27 °C

**valeur différente suivant la période de l'année (du 01/05 au 15/09 ou du 16/09 au 30/04)*

Sur la période 2009 – 2018, l'échauffement maximal calculé après mélange (avec les modalités en vigueur depuis 2014) est de 6,7 °C, avec une valeur moyenne de 2,1 °C.

La température aval maximale calculée après mélange est de 26,0 °C.

Le CNPE du Bugey a respecté les limites applicables aux rejets thermiques sur la période considérée, en réalisant dans certains cas des baisses de charge pour les réacteurs n° 2 et/ou n° 3 (a minima).

En raison de la situation climatique exceptionnelle rencontrée au cours de l'été 2022, les décisions ASN n° 2022-DC-0729 du 15/07/2022, 2022-DC-0730 du 21/07/2022 et 2022-DC-0739 du 04/08/2022 ont fixé, de manière temporaire, de nouvelles limites de rejets thermiques applicables aux réacteurs de la centrale nucléaire du Bugey, modifiant la décision d'autorisation de rejets n° 2014-DC-0442 (dorénavant modifiée par la décision ASN n° 2022-DC-0726 du 28/06/2022). Les limites fixées dans ces décisions ont toujours été respectées et aucun impact sur la qualité de l'eau et des écosystèmes aquatiques n'a été mis en évidence sur cette période.

Actions engagées

Une série de campagnes de suivi du panache thermique ont été réalisées depuis 2009 afin de caractériser le panache thermique en aval des rejets du CNPE, combinant des thermographies aériennes et des profils de température à différentes distances.

Ces différentes campagnes confirment la présence en rive droite d'une veine échauffée sur les premiers kilomètres en aval des rejets, avec des zones non-échauffées en rive gauche, et une dilution homogène au niveau de la confluence avec l'Ain.

Cette veine est plus rapidement diluée à faibles débits. Les campagnes réalisées en période d'étiage montrent la présence d'une veine échauffée en rive droite, avec une dilution homogène en aval de Loyettes, soit quelques kilomètres en amont de la confluence avec l'Ain.

Des projections hydro-climatiques ont été réalisées en amont de Bugey sur la période 2015 – 2100. Ces projections ont été obtenues sur la base des simulations issues de l'exercice CMIP5¹⁹ utilisées par le GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat), pour rédiger son dernier rapport de recommandations (AR5 – 5th Assessment Report). Deux scénarios d'émissions des gaz à effet de serre ont été retenus : celui correspondant à la stabilisation des émissions à horizon 2100 (scénario RCP204.5) et celui, le plus pessimiste, correspondant à une augmentation de ces émissions au-delà de 2100 (scénario RCP8.5). Les projections des modèles climatiques globaux ont été désagrégées à l'échelle du bassin, à l'aide d'une méthode de descente d'échelle statistique, afin d'obtenir les évolutions des 3 principales variables hydro-climatiques au droit du CNPE du Bugey : température d'air, température d'eau et débit du Rhône.

Les résultats à horizon 2035 (moyenne sur la période 2020-2050) montrent une évolution des températures d'air à la hausse, cohérente avec les tendances obtenues à l'échelle nationale. A horizon 2035, cette évolution serait relativement similaire pour les deux scénarios RCP4.5 et RCP8.5, compte-tenu des incertitudes de ce type de simulations et de l'évolution sur le 21^{ème} siècle des deux scénarios retenus. Ainsi, les évolutions des moyennes annuelles des températures d'air seraient comprises entre + 1,1 °C et + 1,3 °C en moyenne à horizon 2035 par rapport à la période historique retenue (1982-2012). L'augmentation des températures d'eau serait moins importante, avec une évolution des moyennes annuelles qui serait probablement inférieure à + 1 °C à horizon 2035 par rapport à la période historique retenue. Les débits du Rhône évolueraient de manière peu significative à cet horizon de temps au regard de la précision des modèles utilisés (de l'ordre de +/- 1 % en moyenne), avec une tendance d'évolution beaucoup moins marquée que celle des températures.

Ces résultats sont associés à des incertitudes importantes inhérentes à la chaîne de modélisation, notamment en raison de la dispersion des résultats des modèles climatiques globaux, mais aussi de la complexité de la modélisation des débits et températures sur le bassin du Rhône. Ainsi, plusieurs modèles sont nécessaires pour obtenir ces projections en amont de Bugey et l'influence de la gestion des aménagements, situés sur le Rhône en amont de Bugey, est représentée de manière simplifiée. Même si ces projections sont issues de méthodes à l'état de l'art et des modèles disponibles, elles évolueront certainement en fonction de l'avancement des recherches en cours. Il faut donc considérer ces résultats comme des tendances.

¹⁹ Coupled Model Intercomparison Project

²⁰ Representative Concentration Pathway

1.2.4.4 Bilan des déchets

Le CNPE du Bugey optimise la gestion des déchets en appliquant les principes suivants :

- réduire à la source la production et la nocivité des déchets radioactifs et conventionnels ;
- collecter et trier de façon sélective les déchets en fonction de leur nature et de leurs caractéristiques, afin de les traiter le plus efficacement possible ;
- optimiser le conditionnement afin de confiner les déchets autant que de besoin et de répondre aux exigences définies par les filières de traitement et/ou de stockage ;
- entreposer et contrôler les déchets de façon à pouvoir garantir en toutes circonstances le respect des dispositions réglementaires applicables ;
- favoriser la valorisation et/ou la proximité des filières lorsque c'est possible.

Ces différentes étapes ont pour objectif de garantir l'acceptabilité des déchets par la ou les filières auxquelles ils sont destinés et d'en limiter l'impact, en particulier pour les déchets radioactifs destinés aux centres de stockages de l'Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs (ANDRA).

Cette gestion optimisée repose essentiellement sur le zonage déchets qui permet :

- de gérer les déchets (radioactifs et conventionnels) de façon fiable, sûre, opérationnelle et pérenne ;
- de limiter les quantités de déchets radioactifs produits en proposant un plan de zonage adapté aux risques radiologiques et à la nature des objets et locaux considérés ;
- de couvrir l'ensemble des phases de vie de l'installation : conception, exploitation, démantèlement et assainissement.

1.2.4.4.1 Bilan des déchets radioactifs

Les progrès continus réalisés dans la conception des centrales nucléaires, la gestion du combustible et l'exploitation des installations ont permis une réduction à la source des déchets radioactifs. Entre 1985 et 1995, cette réduction à la source, complétée par l'optimisation des modes de traitement et de conditionnement des déchets, a permis de diviser par trois le volume de déchets de faible et moyenne activité à vie courte conditionnés et produits annuellement par les sites. La production annuelle de déchets technologiques et de procédés conditionnés du Parc est ainsi passée de 360 m³ à 110 m³.

Ce niveau de production de l'ordre de 100 m³ par réacteur constitue un plancher technique susceptible d'augmenter dans les années à venir, au regard du programme prévisionnel de maintenance lié au Grand Carénage²¹.

Entreposage des déchets radioactifs

Sur la période 2013 – 2022, des actions d'amélioration ont été engagées afin d'optimiser la maîtrise des entreposages des déchets conditionnés ou en cours de conditionnement. Les actions découlant des suites du Groupe Permanent d'experts de 2002 ont été menées à bien (création de l'aire TFA, mise en œuvre de règles d'exploitation des BAN/BAC/BTE applicables au BANG (Bâtiments des Auxiliaires Nucléaires Généraux du CNPE du Bugey)).

Entreposages des coques et fûts de déchets Faible et Moyenne Activité à Vie Courte (FA/MA-VC)

²¹ Le Grand Carénage du Parc nucléaire d'EDF vise à procéder aux investissements/modernisations en vue de la poursuite de fonctionnement des installations actuelles et à intégrer les mesures post-Fukushima tout en garantissant le maintien des performances du Parc en termes de sûreté et de compétitivité.

La maîtrise des entreposages a porté prioritairement sur les coques béton de déchets de moyenne activité vie courte et sur les fûts (métal et plastique) de déchets de faible activité à vie courte, disposant d'approbations (CSA²²) et/ou d'acceptations (installation Centraco). Ces colis sont généralement entreposés dans les locaux du BANG et depuis 2019, certains colis (fûts plastiques notamment) peuvent également être entreposés sur l'aire TFA (autorisation temporaire puis définitive en 2021).

Les Figure 21 et Figure 22 présentent l'évolution du nombre de coques et de fûts équivalents métal de 200 L (métal et plastique) entreposés sur la période 2013 – 2022.

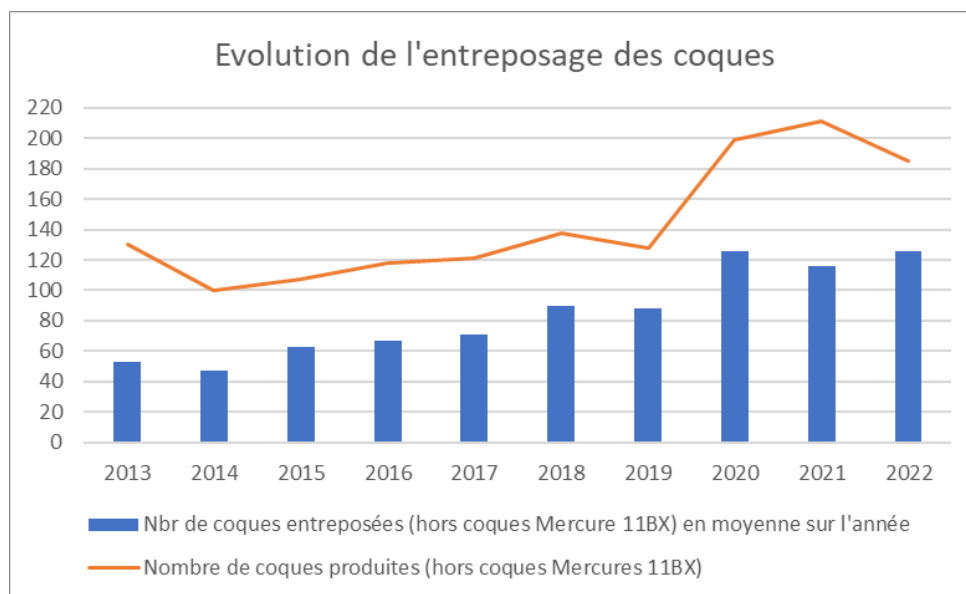


Figure 21 : Evolution du nombre de coques entreposées sur la période 2013 – 2022

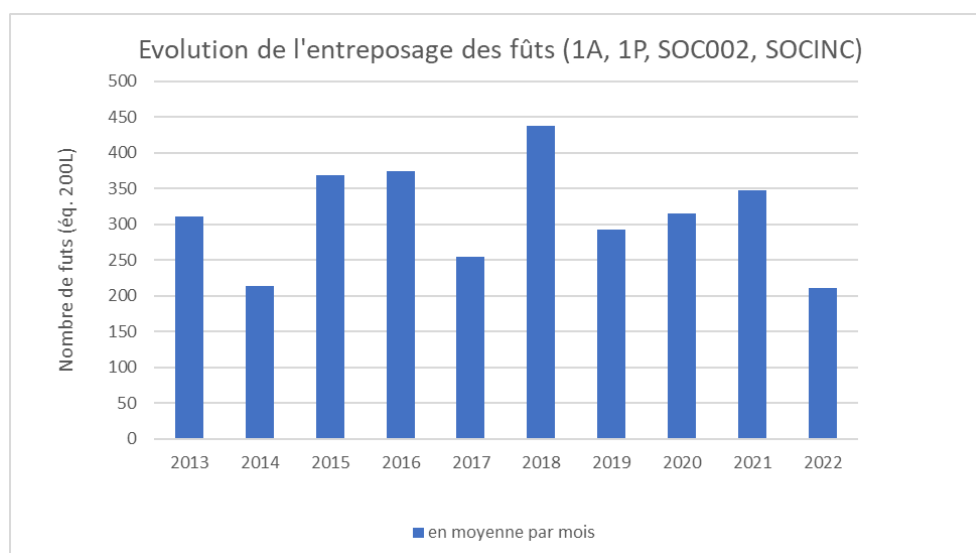


Figure 22 : Evolution des entreposages de fûts équivalents métal 200 L (métal et plastique) sur la période 2013 – 2022

²² Centre de Stockage de l'Aube.

Les niveaux d'entreposage de fûts varient davantage que ceux des coques, car la production de ces déchets est directement proportionnelle aux activités de maintenance.

Le niveau d'entreposage des coques était relativement stable jusqu'en 2014 mais on observe une hausse régulière du nombre de coques entreposées sur site depuis 2015. Cette hausse trouve son origine dans plusieurs phénomènes :

- une hausse de la quantité de coques produites sur toute la période ;
- la rénovation du pont du BANG début 2020 qui a rendu indisponible l'évacuation de coques pendant 3 mois ;
- la pandémie de COVID 19 et les différents confinements qui ont fortement perturbé la capacité d'une part, de l'ANDRA à réceptionner des coques, et d'autre part, du CNPE à les évacuer ;
- depuis 2018, la production chaque année de plusieurs coques présentant un débit de dose > 2 mSv/h et donc non-évacuables sans une étape préalable de décroissance.

Afin de revenir à un meilleur niveau d'entreposage des coques, un plan de désentreposage local est en cours de mise en œuvre. Un travail est également mené pour comprendre les causes de production de coques présentant un débit de dose élevé afin de les éradiquer.

Entreposage des déchets de Très Faible Activité (TFA)

L'évolution des quantités globales de déchets entreposés sur l'aire TFA du CNPE du Bugey (exprimée en taux d'occupation de l'aire) sur la période 2013 – 2022 est présentée dans la Figure 23.

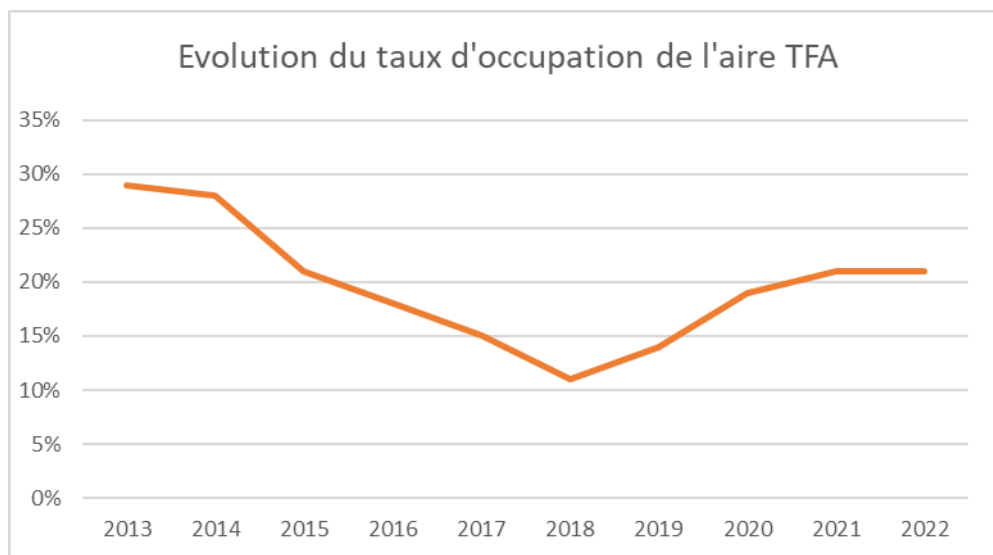


Figure 233 : Evolution du taux d'occupation de l'aire TFA sur la période 2013 – 2022

A partir de 2009, un important désentreposage a été engagé et s'est poursuivi jusqu'en 2018. Les premiers déchets pour lesquels les évacuations ont été prioritaires jusqu'à obtention des minima techniques furent les huiles et les solvants (déchets à haut potentiel calorifique). Le taux d'occupation de l'aire TFA du site est ainsi passé de presque 50 % en 2009, à environ 30 % en 2013 et un peu plus de 10 % en 2018.

La hausse observée par la suite est liée aux travaux de rénovation du local SFC en 2018-2019 qui ont entraînés la suppression de zones d'entreposage de déchets (remplacés par des zones de conditionnement) et le transfert de ces déchets vers l'aire TFA. Il s'explique également par l'entreposage des déchets solides incinérables sur l'aire TFA autorisé depuis 2018.

Actions engagées

Un plan d'actions a été lancé au niveau national, afin de désentreposer les déchets anciens présents sur les aires TFA et AOC et recouvrer des marges en vue des opérations dites Grand Carénage. Ces campagnes de désentreposage sont réalisées via l'Unité Mobile d'Intervention sur Site (UMIS). Pour Bugey, la campagne UMIS 2019-2020 a principalement concerné l'aire AOC ce qui explique l'absence d'impact visible sur le taux d'entreposage de l'aire TFA. Une nouvelle campagne de désentreposage via l'UMIS concernant l'aire TFA et l'aire AOC a été réalisée début 2023. Elle a permis l'évacuation de 13 conteneurs.

D'autres campagnes sont prévues sur Bugey pour désentreposer les aires TFA et AOC suivant un planning établi nationalement.

Production et/ou évacuation de déchets radioactifs

Production des déchets de Très Faible Activité (TFA)

La Figure 24 présente les quantités de déchets TFA (exprimées en tonnes) évacués vers le Centre Industriel de Regroupement d'Entreposage et de Stockage (CIREs) par le CNPE du Bugey.

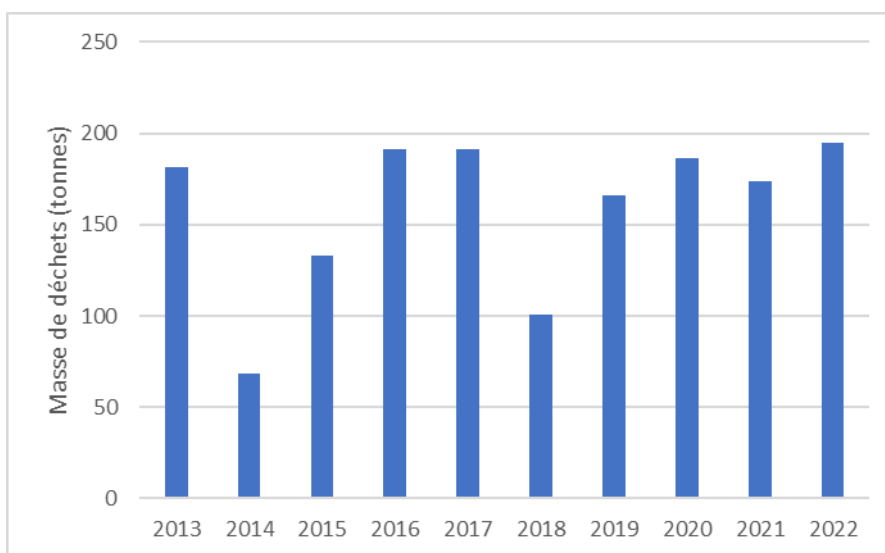


Figure 24 : Evolution du tonnage de déchets TFA évacués au Cires sur la période 2013 – 2022

Les quantités évacuées annuellement sont relativement stables, les variations constatées étant essentiellement liées à la volumétrie des chantiers de maintenance.

Pour optimiser le conditionnement des déchets TFA et préserver les capacités de stockage du CIREs, les actions suivantes ont été ou sont mises en œuvre :

Densification des colis : un soin particulier est apporté à l'agencement des déchets dans les colis afin d'en optimiser la densité sans entraver la pénétration du sable, dans le cas des colis ouverts ;

Déchets pulvérulents : les déchets « homogènes » conditionnés en fût de 200 litres sont préalablement placés en saches dès que le risque de présence d'une fraction pulvérulente existe.

Production des déchets de Faible Activité à Vie Courte (FA-VC)

La Figure 25 présente l'évolution de la production annuelle de colis de déchets technologiques FA-VC en fûts métalliques de 200L du CNPE du Bugey sur la période 2013 – 2022.

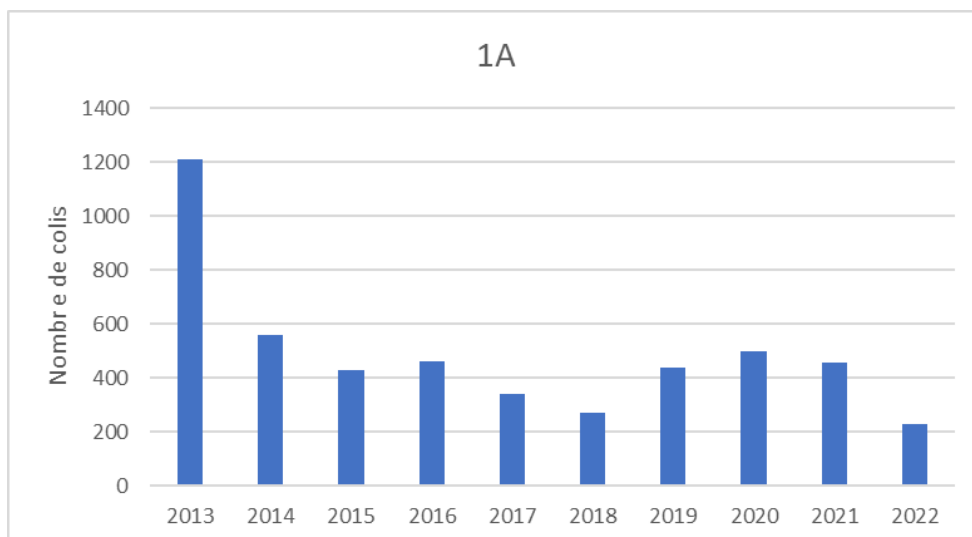


Figure 25 : Evolution du nombre de fûts métalliques 200 L produits sur la période 2013 – 2022

La production de fûts plus élevée constatée en 2013 est consécutive de l'arrêt circonstancié de l'incinérateur de Centraco en 2011, à la suite duquel une partie des déchets conditionnés habituellement en fûts plastique a été réorientée vers le conditionnement en fût métallique.

En octobre 2016, l'approbation (c'est-à-dire, l'autorisation délivrée par la filière de stockage) correspondant à ces colis a fait l'objet d'une suspension de prise en charge locale suite à la mise en évidence de la présence dans un colis d'une source scellée de très faible activité non recensée. L'analyse des causes de ce constat a permis au CNPE d'améliorer ses pratiques et les actions correctives et préventives mises en œuvre ont été validées par l'ANDRA, qui a levé la suspension de prise en charge de ces colis en janvier 2017.

La Figure 26 présente l'évolution de la production annuelle de déchets technologiques incinérables de faible activité vie courte conditionnés en fûts plastiques de 200 L du CNPE du Bugey sur la période 2013 – 2022.

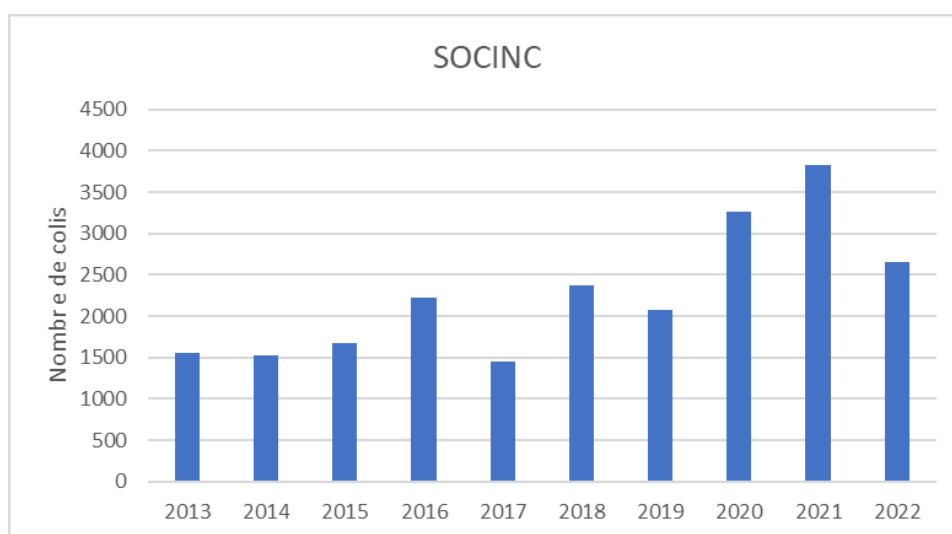


Figure 26 : Evolution du nombre de fûts plastique de déchets FA-VC produits sur la période 2013 – 2022

La production de fûts plastique de déchets FA-VC est intimement liée aux arrêts de tranches, ce qui explique les hausses observées en 2020 (visite décennale du réacteur 2) et 2021 (visites décennales des réacteurs n°4 et 5).

Production des déchets de procédé de faible et moyenne activité vie courte (FA-MA-VC)

La Figure 27 présente l'évolution du nombre de coques de concentrats produites par le CNPE du Bugey sur la période 2013 – 2022.

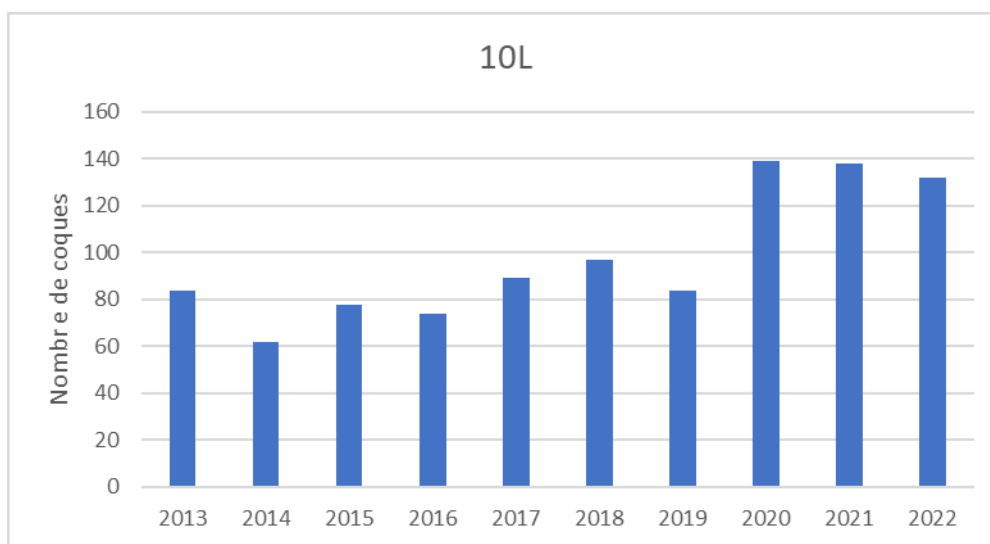


Figure 27 : Evolution du nombre de coques de concentrats produites sur la période 2013 – 2022

Le nombre de colis produits sur la période 2013-2022 est globalement en augmentation. Cette augmentation s'explique par une réduction des volumes d'effluents rejetés via TER et à l'augmentation des effluents traités sur évaporateur TEU.

Production des déchets technologiques et filtres d'eau de moyenne activité à vie courte

La Figure 28 présente la production de déchets de Moyenne Activité à Vie Courte (MA-VC) conditionnés en coque béton sur la période 2013 – 2022 par le CNPE du Bugey.

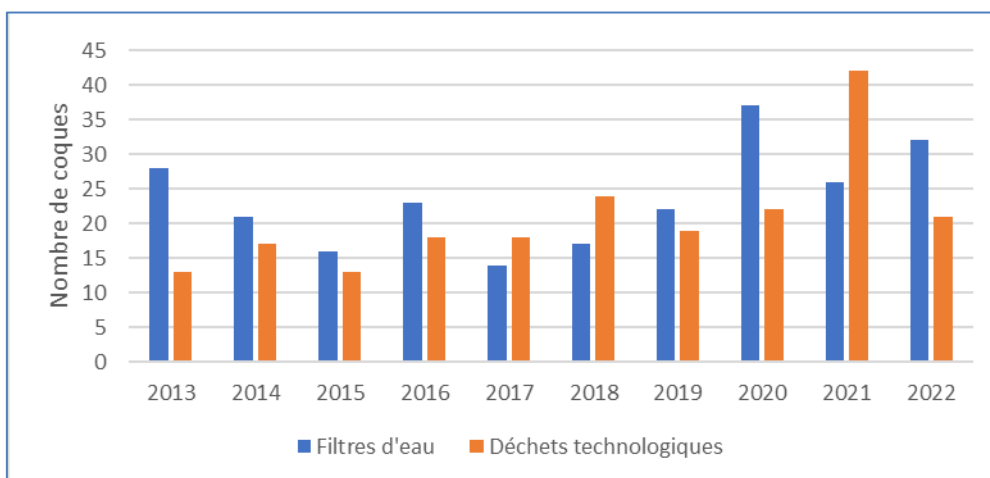


Figure 28 : Evolution du nombre de coques de filtres d'eau et de déchets technologiques produites sur la période 2013 – 2022

Le nombre de colis filtres d'eau a globalement augmenté sur la période 2020-2022. Cette tendance s'explique par l'augmentation de la production de filtres RCV sur la période.

La production de coques de déchets technologiques irradiants, fluctue en fonction des arrêts de tranche, pendant lesquels ces déchets sont produits (avec un léger décalage par rapport aux dates d'arrêts car les coques ne sont pas forcément conditionnées en flux tendu). L'accroissement visible en 2021 est ainsi en lien direct avec les visites décennales des réacteur n° 2, 4 et 5 de 2020 et 2021.

Actions engagées

Afin d'optimiser la gestion des déchets et d'en limiter la production, deux actions majeures ont été engagées par EDF au niveau national :

Désentreposage des déchets des aires TFA et outillages obsolètes des aires AOC :

Les enjeux associés aux aires d'entreposage du Parc EDF en exploitation sont d'ordre réglementaire (l'arrêté INB demandant à l'exploitant de définir des durées d'entreposage adaptées à la nature des déchets et aux caractéristiques des installations d'entreposage) et d'ordre opérationnel (la volumétrie supplémentaire de déchets et de matériels liée à certaines opérations de maintenance nécessitant de libérer les aires et/ou les capacités d'entreposage).

Afin de répondre à ces enjeux, une affaire a été mise en place par EDF en 2014. Son objectif est de désentreposer 1 000 conteneurs de déchets anciens et d'outillages à rebuter des aires TFA et AOC sur 10 ans, via la mise en place d'une prestation de démantèlement et de conditionnement spécifique.

Pour ce faire, les conteneurs sont transportés vers des bases externes où leur contenu est démantelé, conditionné ou reconditionné conformément aux spécifications d'acceptation des filières de traitement (Centraco) et de stockage (Andra). Les conteneurs eux-mêmes seront, en fonction de leur état et des besoins du Parc, démantelés ou remis en conformité vis-à-vis de la réglementation transport.

Le premier conteneur du Parc a été désentreposé en décembre 2015. À fin décembre 2022, 655 conteneurs ont été évacués vers une base externe, en vue de leur démantèlement et du conditionnement des déchets associés. La cible est l'évacuation de 100 conteneurs par an en moyenne à l'échelle du Parc.

Concernant le CNPE du Bugey, des campagnes de désentreposage se sont déroulées en 2019-2020 et en 2023. Elles ont permis le traitement et l'évacuation de 38 conteneurs. D'autres campagnes sont prévues suivant un planning établi nationalement.

Limitation des impacts déchets associés aux activités de maintenance (par exemple nettoyages préventifs des générateurs de vapeur (NPGV)) :

Les nettoyages des générateurs de vapeur réalisés jusqu'en 2010 conduisaient à la production d'effluents de lessivage en grande quantité, qui étaient entreposés sur site dans des conteneurs métalliques double enveloppe et soumis à une durée maximum d'entreposage prescrite par l'ASN. La seule filière d'élimination disponible pour ces effluents, de par leurs caractéristiques, était la filière incinération Centraco. Des difficultés ont été rencontrées par EDF pour respecter les durées d'entreposage définies, du fait des capacités de traitement de Centraco et de l'évolution à la hausse du programme de nettoyage envisagé initialement.

Des parades ont été mises en œuvre pour permettre le traitement de ces déchets. Néanmoins EDF a pris la décision de revoir sa stratégie de maintenance globale des générateurs de vapeur, afin d'en améliorer la performance environnementale en :

- limitant les durées d'entreposage des effluents sur site ;
- réduisant la nocivité et le volume des déchets induits par les différentes opérations de maintenance.

Trois procédés de traitement des effluents de nettoyage préventif des générateurs de vapeur ont ainsi été développés. Ces procédés reposent sur un principe commun, consistant :

- en une ou plusieurs étapes d'oxydation de la matière organique présente dans ces effluents ;
- en un post-traitement de l'effluent traité par décantation, puis passage sur filtres et/ou résines du liquide surnageant.

Ces traitements visent à obtenir :

- des déchets ultimes (solides) dans des volumes limités et compatibles avec les critères d'acceptation des filières ;
- une phase liquide après traitement compatible avec les autorisations de rejets ;
- des effluents gazeux caractérisés, quantifiés dans des volumes aussi limités que raisonnablement possible.

A l'heure actuelle, 2 procédés ont été qualifiés et industrialisés :

- Le procédé de type Fenton : la mise en service industrielle a été réalisée avec succès au second semestre 2012 sur le CNPE de Cattenom. Conformément aux objectifs fixés, cette opération a permis de traiter environ 1000 m³ d'effluents et a produit 12 tonnes de déchets solides ultimes compatibles avec les spécifications d'acceptation du Cires de l'Andra (boues, résines échangeuses d'ions) et de Centraco (filtres d'eau) ainsi que 1000 m³ d'effluents « épurés » finaux redevables d'un rejet à l'environnement. Suite à cette mise en service industrielle, dix autres opérations ont été réalisées dans le prolongement des nettoyages des générateurs vapeurs avec des performances conformes aux attendus.
- Le procédé de type Oxydation Hydrothermale (OHT) : la mise en service industrielle a été réalisée avec succès au second semestre 2013 sur le CNPE de Gravelines. Cette opération a permis de traiter environ 1100 m³ d'effluents conformément aux objectifs fixés (20 tonnes de déchets solides ultimes compatibles avec les spécifications d'acceptation du Cires de l'Andra, effluents « épurés » finaux redevables d'un rejet à l'environnement). Suite à cette mise en service industrielle, 11 autres opérations ont été réalisées dans le prolongement des nettoyages des générateurs de vapeur avec des performances conformes aux attendus.

Concernant le CNPE du Bugey, l'opération de type OHT réalisée en 2015 pour les générateurs de vapeur du réacteur n° 5, a conduit au rejet de 512 m³ d'effluents et à la production de 6,6 tonnes de boues (dont 2,2 tonnes de boues déshydratées) et 5,4 tonnes de résines. Une nouvelle opération de nettoyage des générateurs de vapeur du réacteur n°5 en 2020 a entraîné l'envoi à Centraco de 796 m³ d'effluents.

1.2.4.4.2 Bilan des déchets conventionnels

Entreposage

La gestion des déchets conventionnels a amené le CNPE du Bugey à créer une aire de transit spécialement aménagée, afin d'optimiser les entreposages, le transport et les filières de valorisation et de traitement. Cette aire est associée aux points de collecte disposés au plus près des lieux de production.

Production de déchets conventionnels

Les déchets conventionnels sont répartis en trois catégories : les déchets dangereux, les déchets inertes et les déchets industriels banals. Les Figure 29, Figure 30 et Figure 31 présentent le bilan de production annuelle de chacune des catégories de déchets sur la période 2013 – 2022.

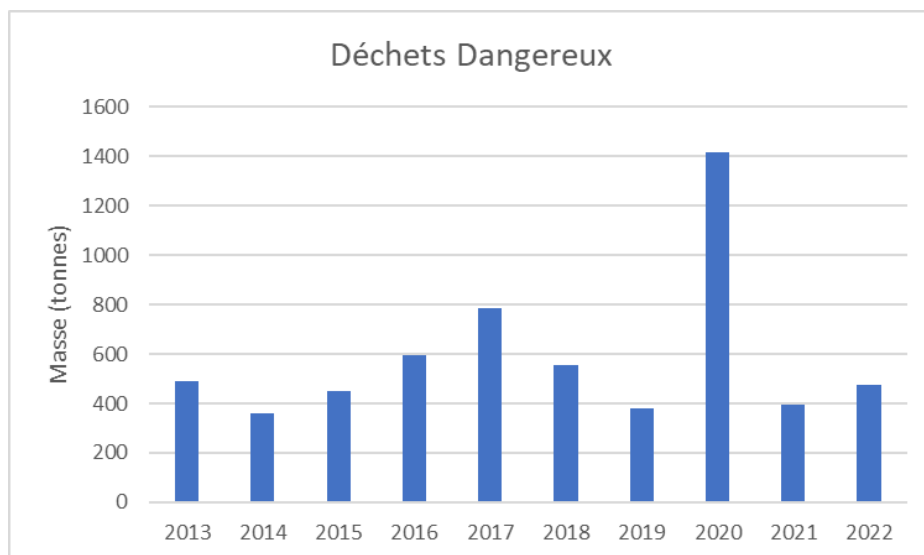


Figure 29 : Evolution de la production de déchets dangereux (en tonnes) sur la période 2013 – 2022

La production annuelle des déchets dangereux du CNPE du Bugey sur la période considérée varie en fonction de la volumétrie des activités de maintenance.

La production de 2017 est liée aux opérations de vidange des décanteurs avant l'expertise du génie civil. Celle de 2020 correspond à l'évacuation de bétons de déconstruction de l'INB n°45 (Réacteur n°1) peints au plomb.

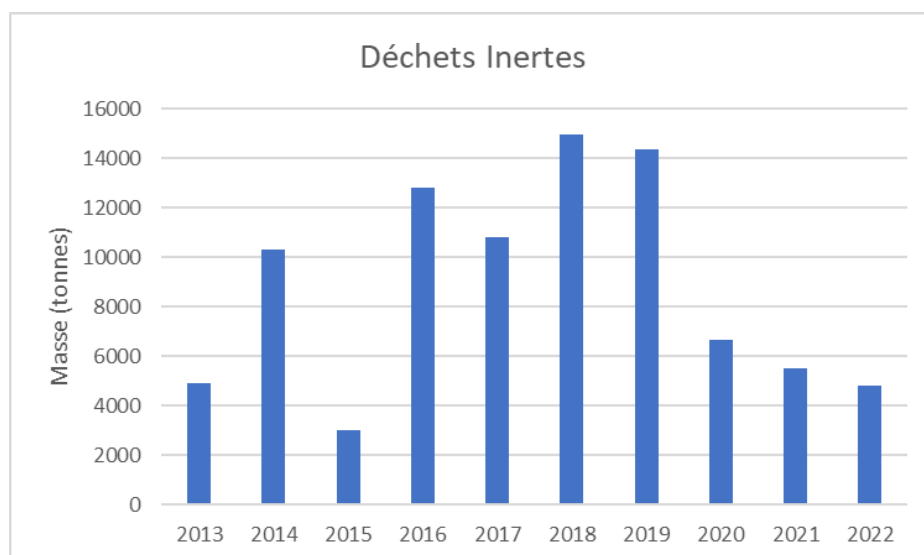


Figure 30 : Evolution de la production de déchets inertes (en tonnes) sur la période 2013 – 2022

Les fluctuations de la production des déchets inertes du CNPE du Bugey s'expliquent par la réalisation de plusieurs chantiers dont notamment : la construction et la déconstruction de bâtiments (des diesels d'ultime secours et des locaux administratifs entre 2016 – 2018, les bâtiments de restauration et les locaux Section Locale de Vie (SLV) en 2018-2019).

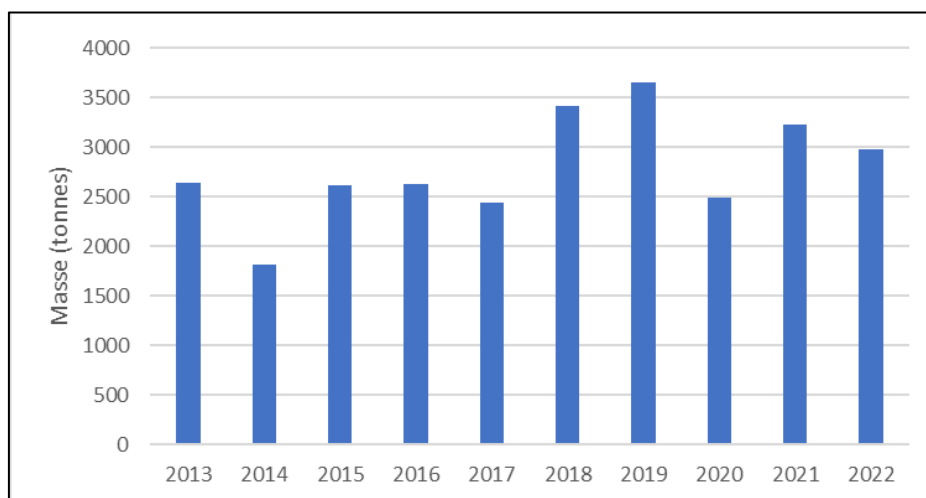


Figure 31 : Evolution de la production de déchets industriels banals (en tonnes) sur la période 2013 – 2022

La production de déchets industriels banals est principalement marquée par l'évacuation des boues et de packings (2013) et par la réalisation des travaux de déconstruction du transformateur et du stator en 2017 – 2018.

De façon générale, le CNPE du Bugey met en œuvre une gestion des déchets conventionnels conforme aux principes définis dans la directive cadre sur les déchets de 2008 et au code de l'environnement qui a transposé cette directive à savoir :

- réduire la production et la dangerosité des déchets industriels conventionnels avec une gestion optimisée de ces déchets ;
- favoriser le recyclage et la valorisation.

En complément du suivi de l'indicateur de revalorisation des déchets réglementés (emballages, huiles et piles) et de la liste verte (déchets réputés valorisables), le CNPE suit le taux de revalorisation global de tous les déchets conventionnels produits avec un objectif national de revalorisation supérieur à 90 % en 2022.

La Figure 32 présente l'évolution des indicateurs de valorisation des déchets réglementés et de la liste verte sur la période 2013 – 2022.

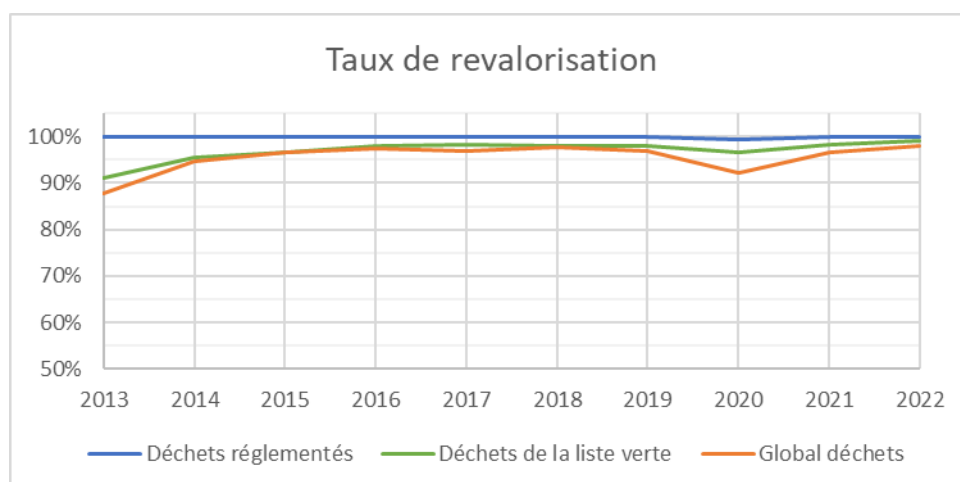


Figure 32 : Evolution des indicateurs de valorisation des déchets réglementés (IR) et de la liste verte (Ival)

Les résultats mettent en évidence que le CNPE du Bugey a valorisé l'intégralité des déchets réglementés. Depuis 2013, le taux de revalorisation a progressé de façon à se stabiliser à un niveau très élevé. L'objectif de revalorisation de 90% est atteint depuis 2014. Le taux de revalorisation global est stabilisé à plus de 95 % depuis 2015 sauf en 2020 où la production en grande quantité de béton pollué à la peinture au plomb non valorisable a dégradé considérablement le taux de revalorisation.

Gestion des déchets potentiellement pathogènes

Le CNPE du Bugey a mis en place des actions pour optimiser la gestion des déchets potentiellement pathogènes, dans l'objectif de réduire la production et la dangerosité des déchets industriels conventionnels.

En effet, dans le circuit de refroidissement, le condenseur et l'aéroréfrigérant sont des lieux de prolifération potentielle d'organismes pathogènes. Pour éviter cette prolifération, des actions préventives de maintenance sont réalisées par le CNPE sur ce circuit et conduisent à la production :

- de déchets solides et de tubes condenseurs potentiellement pathogènes, qui font l'objet d'un traitement in situ durant leur entreposage : la méthode privilégiée est l'hygiénisation naturelle²³ qui évite le recours à l'emploi de substances biocides, la production d'effluents, et s'avère également plus performante d'un point de vue économique et énergétique. Toutefois, cette méthode s'avère parfois insuffisante pour aboutir à la destruction des organismes pathogènes, et une hygiénisation thermique ou chimique peut alors s'avérer nécessaire. Sur Bugey, une hygiénisation thermique est réalisée sur les déchets pathogènes solides depuis 2019.
- des boues et de tartre potentiellement pathogènes. Ces déchets subissent donc un traitement afin d'éliminer les micro-organismes pathogènes susceptibles d'être présents (légionelles et amibes). La production par arrêt de réacteur sur le CNPE du Bugey est de l'ordre de 175 m³.

Une fois hygiénisés, ces déchets ne présentent plus de caractère dangereux et entrent dans la catégorie des déchets non dangereux. Ils peuvent alors être mis en décharge ou être valorisés suivant leur nature.

Sur la période 2019-2022, le CNPE a hygiénisé plus de 30 000 m³ de déchets solides (packing essentiellement) sur un gisement estimé à 65 000 m³. A fin 2022, il reste donc environ 35 000 m³ de déchets à hygiéniser. Le CNPE prévoit d'hygiéniser 11 500 m³ de packing en 2023.

1.2.4.5 Nuisances

Le CNPE du Bugey prend en compte dans son organisation, la traçabilité des demandes formulées par un particulier ou une organisation et leurs traitements.

Une demande se définit comme une interrogation, un besoin de renseignement, voire un mécontentement, qui peut concerner les installations, le fonctionnement industriel du CNPE ou ses impacts sur l'environnement.

Sur les 10 ans de la période de référence (2013 – 2022), les demandes relatives à des nuisances sont les suivantes :

²³ Dans le cas spécifique des aéroréfrigérants, une installation d'hygiénisation est utilisée pour le traitement des packings (chauffe à cœur à au moins 70 °C pendant au moins 10 minutes).

Nuisances sonores

En 2014 et 2021 : deux demandes liées au bruit perçu lors de la réalisation de travaux de détartrage d'une tour aéroréfrigérante. Ces travaux, nécessaires à la lutte contre l'entartrage des circuits de refroidissement, occasionnent des nuisances sonores ponctuelles. Il est à noter la mise en œuvre d'un traitement anti-tartre préventif depuis mars 2016 qui diminue fortement le nombre d'opérations de détartrage à réaliser. La méthode a également été modifiée et sa mise en œuvre engendre une diminution du bruit par rapport à la méthode précédente. La planification de ces travaux est systématiquement annoncée au préalable à l'ensemble des parties prenantes, notamment via le numéro vert mis en place par le CNPE.

En 2013 : une demande suite au bruit perçu lors de la réalisation d'essais de démarrage des diesels de secours du site. Ces opérations périodiques sont nécessaires afin de s'assurer de leur bon fonctionnement en cas de sollicitation. Une information des parties prenantes en amont est toujours réalisée via le numéro vert mis en place par le CNPE.

Entre 2014 et 2022: vingt-et-une demandes, principalement en 2014, relatives à la perception d'un sifflement par les riverains provenant du réacteur n° 2. Le CNPE a démarré des recherches sur l'origine exacte de ce bruit dès les premières demandes et a mis en œuvre des mesures visant la réduction de ce bruit (réglages sur certains équipements, mise en place de calorifuge etc.). Une intervention sur des équipements en lien potentiel avec le sifflement a été effectuée lors des opérations et travaux associés au quatrième réexamen périodique du réacteur concerné.

En 2015 et 2019 : deux demandes relatives à un bruit produit par le dégagement de vapeur lors d'une opération de vidange du condenseur du réacteur n° 3 (2015) et du réacteur n° 4 (2020). Cette opération, d'une durée très limitée dans le temps, est nécessaire lors du redémarrage d'un réacteur. L'origine du bruit a été communiquée aux demandeurs.

En 2017 : une demande d'information concernant un chantier occasionnant des émissions sonores. Le CNPE a expliqué au riverain la nature des travaux réalisés (installation de palplanches dans le cadre du chantier d'installation d'un diesel d'ultime secours) et a réalisé une communication externe sur le sujet.

En 2020 : une demande relative à des bruits de démolition des locaux du réacteur en déconstruction.

En 2021 : une demande relative au déclenchement intempestif de dispositifs d'alerte dédiés au aéroréfrigérants lors d'une opération de maintenance.

Par ailleurs, le bruit des Installations Nucléaires de Base (INB) est réglementé. Il est notamment prévu, en respect de l'article 4.4.5. I. de la décision Environnement, que l'exploitant réalise au moins une fois tous les dix ans, à ses frais, une mesure des niveaux d'émission sonore de son établissement. Le paragraphe 2.7 du chapitre 2 du volet Inconvénient présente les conclusions de la campagne de mesures acoustiques réalisée en 2019.

1.3 CONCLUSION

Le CNPE du Bugey met en œuvre une organisation pour la maîtrise des inconvénients que l'installation présente pour les intérêts protégés (certification ISO 14001, optimisation des rejets d'effluents et des déchets, surveillance de l'environnement, préservation de la biodiversité) et pour le respect des règles relatives à la maîtrise des inconvénients qui lui sont applicables.

L'analyse du retour d'expérience et les vérifications réalisées lors du réexamen périodique pour évaluer la situation de l'installation au regard des règles relatives à la maîtrise des inconvénients qui lui sont applicables montrent que :

Le CNPE est organisé afin d'assurer en permanence la maîtrise de sa conformité à la réglementation, en lien avec les inconvénients que l'installation présente pour les intérêts protégés. Ainsi, le CNPE a mis en place des actions sur toutes les exigences identifiées en gestion de conformité et suit leur mise en œuvre. Par ailleurs, il poursuit l'analyse des exigences dont l'état de conformité est à définir.

La gestion des événements significatifs est bien intégrée dans le système de gestion intégré du CNPE. Les actions correctives ont été engagées pour tous les événements recensés sur le site pendant la période de référence et l'absence de récurrence démontre l'efficacité des actions.

L'organisation du CNPE lui permet de respecter les exigences définies afférentes aux EIPi ainsi que les dispositions de maintenance et surveillance in situ associées. En effet, les vérifications réalisées lors du réexamen périodique montrent que toutes les dispositions de maintenance, contrôles et essais prévues ont été effectuées in situ dans le respect des échéances.

Le bilan des rejets d'effluents du CNPE du Bugey sur la période considérée n'a pas mis en évidence de tendance à la hausse significative d'un rejet, de manière progressive ou récurrente, et dont la cause aurait été la défaillance de matériel récurrente ou non traitée. Aucun équipement non classé EIPi mais concourant la protection des intérêts n'a été identifié comme devant figurer dans la liste des EIPi du CNPE.

Le bilan de rejets thermiques sur la période 2013 – 2022 montre que le CNPE a respecté les limites réglementaires sur la période considérée.

Le bilan de la gestion des déchets sur la période 2013 – 2022 montre que le CNPE a progressé sur la maîtrise de la gestion des déchets.

L'organisation du CNPE lui permet de maîtriser sa conformité aux règles applicables et d'assurer la maîtrise des inconvénients que l'installation présente pour les intérêts protégés.

CHAPITRE 2 : REEVALUATION

2	ACTUALISATION DE L'APPRECIATION DES INCONVENIENTS QUE LE CNPE PRESENTE POUR LES INTERETS PROTEGES	323
2.1	ANALYSE DES PERFORMANCES DES MOYENS DE PREVENTION ET REDUCTION DES IMPACTS ET NUISANCES ENGENDRES PAR LE CNPE AU REGARD DE L'EFFICACITE DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES.....	323
2.2	ANALYSE DE L'ETAT CHIMIQUE ET RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT AU VOISINAGE DU SITE	326
2.2.1	ANALYSE DE L'ETAT CHIMIQUE ET ECOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT AU VOISINAGE DU SITE	326
2.2.2	ANALYSE DE L'ETAT RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT AU VOISINAGE DU SITE	328
2.3	ANALYSE DE L'ETAT CHIMIQUE ET RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT SUR LE SITE (ETAT DES SOLS)	329
2.4	ELEMENTS PERMETTANT LE REEXAMEN DES LIMITES DE REJET DES SUBSTANCES MENTIONNEES DANS LE TABLEAU ANNEXE A L'ARTICLE R. 211-11-1 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT.....	332
2.5	BILAN DES ETUDES MENEES, ETAT DES ETUDES RESTANT A CONDUIRE ET ECHEANCIER PREVISIONNEL DU RECONDITIONNEMENT DES DECHETS	333
2.6	ELEMENTS PERMETTANT LE REEXAMEN DES PRESCRIPTIONS ASSOCIEES AU CONTROLE PERMANENT DE LA RADIOACTIVITE OU AU DOUBLEMENT DES CHAINES DE MESURE....	339
2.7	MESURE DES NIVEAUX D'EMISSION SONORE DU CNPE.....	340
3	CONCLUSION DU VOLET INCONVENIENTS.....	343

2 ACTUALISATION DE L'APPRÉCIATION DES INCONVÉNIENTS QUE LE CNPE PRÉSENTE POUR LES INTÉRÊTS PROTÉGÉS

2.1 ANALYSE DES PERFORMANCES DES MOYENS DE PRÉVENTION ET RÉDUCTION DES IMPACTS ET NUISANCES ENGENDRÉS PAR LE CNPE AU REGARD DE L'EFFICACITÉ DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES

L'article 1.3.1 de la décision environnement dispose : « l'exploitant réalise périodiquement une analyse des performances des moyens de prévention et réduction des impacts et nuisances engendrés par l'installation nucléaire de base au regard de l'efficacité des meilleures techniques disponibles en [...] ».

L'analyse des performances des moyens de prévention et réduction des impacts et nuisances engendrés par le CNPE du Bugey au regard de l'efficacité des meilleurs techniques disponibles dite analyse MTD, porte sur les dispositions de conception, les pratiques d'exploitation et la démarche d'optimisation mises en œuvre par EDF sur le CNPE du Bugey.

Le périmètre de l'analyse MTD est défini en lien avec les inconvénients mentionnés à l'article 4.1 de l'arrêté INB, en application du principe de proportionnalité aux enjeux tel que décrit à l'article 1.1 de ce même arrêté. Les inconvénients que le CNPE du Bugey présente pour les intérêts protégés retenus dans le cadre de cette analyse sont liés aux :

- prélèvements et consommation d'eau ;
- rejets d'effluents radioactifs et chimiques ;
- rejets thermiques ;
- déchets radioactifs et conventionnels ;
- nuisances liées aux émissions sonores ;
- nuisances liées à la dispersion de micro-organismes pathogènes.

L'analyse MTD a porté sur :

- les rejets d'effluents radioactifs et chimiques, les déchets et les émissions sonores occasionnés par les installations liées au process des îlots nucléaire et conventionnel (cf. Figure 33 et Figure 34)²⁴ ;
- les prélèvements et consommation d'eau, les rejets d'effluents chimiques et les déchets occasionnés par les installations auxiliaires de l'îlot conventionnel ;
- les inconvénients et la production de déchets occasionnés par la source froide, et notamment :
 - les prélèvements et consommation d'eau et les rejets thermiques pour les réacteurs refroidis en circuit ouvert (cf. Figure 33) ;
 - les prélèvements et consommation d'eau, les rejets d'effluents chimiques, la dispersion de micro-organismes pathogènes, les rejets thermiques, les déchets et les émissions sonores pour les réacteurs refroidis en circuit fermé (cf. Figure 34).

²⁴ A noter que le CNPE du Bugey présente une particularité concernant son système de refroidissement : les réacteurs 2 et 3 sont refroidis par un circuit ouvert, tandis que les réacteurs 4 et 5 sont refroidis par un circuit fermé.

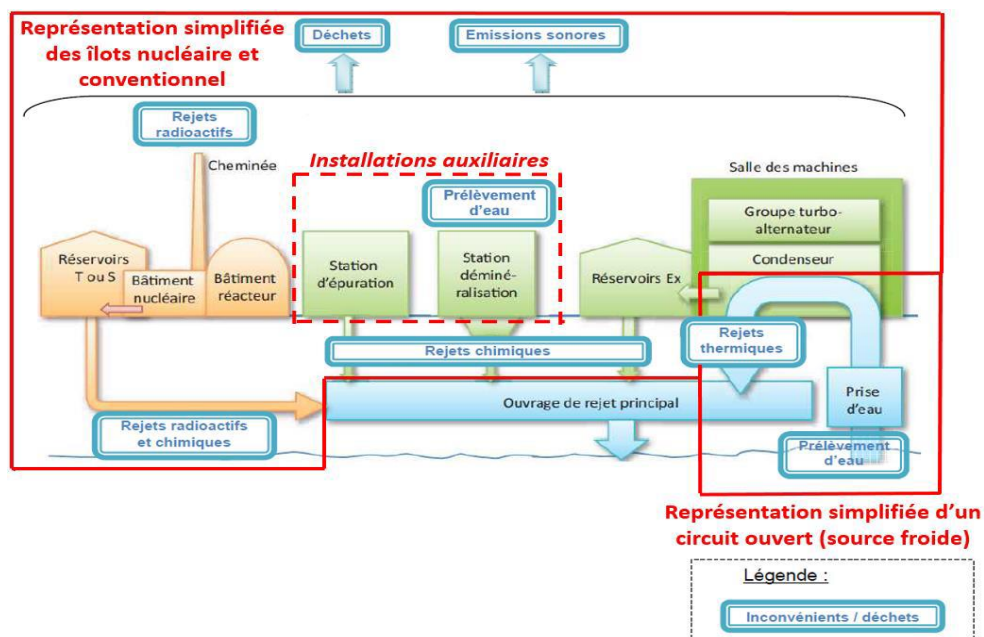


Figure 33 : Schéma type d'une centrale nucléaire de type REP en bord de fleuve refroidie en circuit ouvert

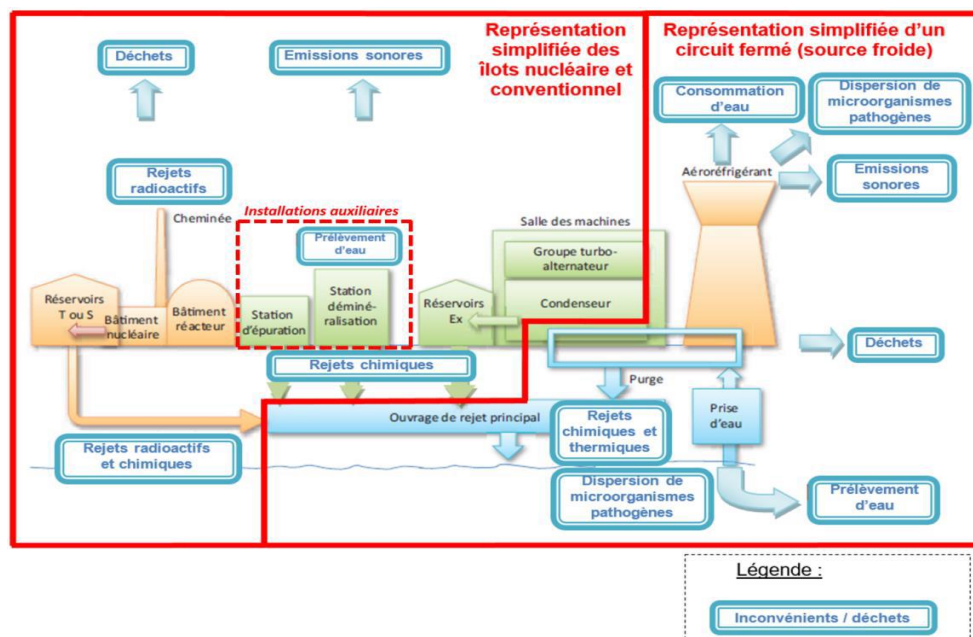


Figure 34 : Schéma type d'une centrale nucléaire de type REP en bord de fleuve refroidie en circuit fermé

L'analyse MTD réalisée montre que la prévention et la réduction des inconvénients et des déchets produits par le CNPE du Bugey sont assurées par un ensemble de dispositions de conception, d'exploitation et de surveillance. Ces dispositions ont été optimisées au fil des années pour répondre aux évolutions environnementales, techniques et réglementaires. Leur choix est le résultat d'un travail d'analyse visant à définir un optimum global au regard de l'ensemble des contraintes environnementales et techniques, des exigences réglementaires et des coûts.

Par ailleurs, la réalisation d'une veille technologique ainsi que la connaissance et l'analyse des pratiques internationales et des guides reconnus permettent de valider les choix techniques et stratégiques faits par EDF. Ils contribuent également à la démarche d'amélioration continue des performances environnementales du CNPE du Bugey.

En conclusion :

- A l'échelle du CNPE (installations liées au process et installations auxiliaires), les dispositions techniques et les pratiques d'exploitation pour la prévention et la réduction des rejets sont en adéquation avec celles reconnues et mises en œuvre à l'international. En particulier, pour les installations liées au process des îlots nucléaire et conventionnel, les niveaux de rejets du CNPE du Bugey sont comparables à ceux des sites nucléaires de production d'électricité à l'international.
- A l'échelle du site, la gestion des déchets, de leur production à leur évacuation, est optimisée en adéquation avec les filières d'élimination et/ou de traitement identifiées comme MTD. L'analyse du retour d'expérience Parc et des dispositions mises en place par les exploitants étrangers permet de disposer d'une vision d'ensemble des bonnes pratiques nationales et internationales et de contribuer à la démarche d'amélioration continue mise en place au sein d'EDF.
- De manière générale, la maîtrise des émissions sonores est assurée d'une part par la mise en place de mesures de limitation des niveaux de bruit des équipements et d'autre part par la vérification du respect des niveaux sonores réglementaires par la réalisation de campagnes de mesure périodiques.
- Pour les installations auxiliaires de l'îlot conventionnel (notamment la station de production d'eau déminéralisée), les dispositions de conception, d'exploitation et de surveillance mises en place par le CNPE du Bugey permettent de limiter l'inconvénient associé aux prélèvements et consommation d'eau.
- Pour la partie source froide, les dispositions de conception et d'exploitation mises en œuvre concernant les prélèvements et consommation d'eau ainsi que les rejets thermiques sont en adéquation avec les préconisations du BREF ICS²⁵ et des guides internationaux reconnus.
- De même, les dispositions de conception et d'exploitation mises en œuvre concernant les rejets chimiques de la source froide, comme par exemple ceux induits par les traitements biocides, sont en adéquation avec les préconisations du BREF ICS et des guides internationaux reconnus.
- Enfin, la maîtrise de la dispersion des micro-organismes pathogènes est assurée par une stratégie de réduction à la source et de limitation du risque microbiologique ainsi que par la surveillance de ces micro-organismes, en conformité avec les recommandations du BREF ICS et des guides internationaux.

L'actualisation de l'appréciation des inconvénients que le CNPE du Bugey présente pour les intérêts protégés montre que, au vu des enjeux environnementaux et des contraintes locales du CNPE du Bugey, ses performances environnementales globales permettent de considérer l'ensemble des dispositions mises en œuvre comme équivalentes à des MTD.

²⁵ Reference document on the application of Best Available Techniques to Industrial Cooling Systems – European Commission – 2001.

2.2 ANALYSE DE L'ÉTAT CHIMIQUE ET RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT AU VOISINAGE DU SITE

Conformément à l'article 3.3.6 de la décision environnement, « *l'exploitant réalise périodiquement une analyse de l'état chimique et radiologique de l'environnement portant sur l'installation et son voisinage, proportionnée à l'activité et aux enjeux.* ».

L'analyse de l'état chimique et radiologique de l'environnement au voisinage du site est réalisée à partir des données de la surveillance pérenne de l'environnement. Elle est présentée au Volet II – Chapitres II – § I-2.2.1 et I-2.2.2.

Pour l'état chimique et radiologique de l'environnement sur le site, les sols (réceptacle) constituent la matrice la plus adaptée pour réaliser cette analyse. Elle est présentée au Volet II- Chapitre II - § I-2.3, le I de l'article 3.3.7 de la décision environnement disposant en outre que : « *Pour les activités impliquant la production, l'utilisation et le rejet de substances radioactives ou non radioactives susceptibles de contaminer le sol et les eaux souterraines, l'analyse mentionnée à l'article 3.3.6 comprend un état des sols de son installation* ».

2.2.1 Analyse de l'état chimique et écologique de l'environnement au voisinage du site

L'analyse de l'état chimique et écologique de l'environnement au voisinage du site du Bugey a consisté en une analyse de l'évolution spatio-temporelle de l'écosystème aquatique en amont et en aval du site afin de rechercher s'il existe ou non des différences entre les stations de surveillance et de vérifier que les rejets liquides et thermiques du site n'ont pas d'influence perceptible sur le milieu récepteur (fleuve Rhône).



Figure 35 : Localisation des stations de surveillance de l'environnement amont et aval du site de Bugey (les stations situées au niveau du point de rejet ne sont pas représentées). © Fonds de carte : Géoportail.

La surveillance de l'environnement aquatique au voisinage du site du Bugey repose sur le suivi réalisé sur la décennie 2009 – 2018 des paramètres chimiques, physico-chimiques et biologiques. L'analyse comparative conduite entre les stations localisées en amont du site (en dehors de la zone d'influence des rejets) et les stations localisées à l'aval du site permet d'évaluer l'impact environnemental du site sur le Rhône (cf. Figure 35).

La surveillance chimique et physico-chimique réalisée par le CNPE du Bugey comprend d'une part, des paramètres suivis en continu par des sondes multiparamètres (température, conductivité, pH et oxygène dissous), et d'autre part, des paramètres suivis de façon ponctuelle (campagnes mensuelles ou trimestrielles). La température de l'eau, et l'oxygène dissous (fortement associé à la température), sont les seuls paramètres physico-chimiques présentant une différence amont-aval. La station aval de mesure de la température est située au niveau de la veine d'eau chaude engendrée en rive droite du Rhône par les rejets thermiques du site.

La différence de température mesurée entre cette veine d'eau chaude et la station amont est en moyenne de 5,3 °C (calculé sur l'analyse des données de la décennie 2009-2018 réalisé pour le volet Inconvénients de référence rédigé pour le réacteur n° 2). Cependant après mélange complet dans le Rhône, les valeurs calculées révèlent un échauffement moyen de 2,1 °C et une température maximale de 26 °C. Le rejet thermique se traduit par des concentrations en oxygène dissous légèrement inférieures à l'aval mais répondant toujours aux besoins de la faune piscicole (en moyenne 9,84 mg/L à l'aval). Concernant l'ensemble des paramètres étudiés par des relevés ponctuels (matières en suspension, sels minéraux, matières organiques et oxydables, matières azotées, matières phosphorées, métaux, traitements biocides, inhibiteurs de corrosion et détergents), aucun ne met en évidence une différence notable des concentrations entre les stations amont et aval. Hormis la température et l'oxygène dissous dans la veine chaude issue des rejets du site, le fonctionnement du site du Bugey n'a donc pas d'impact significatif sur la qualité physico-chimique et chimique de l'eau du Rhône.

L'étude du phytoplancton permet d'estimer la production primaire du fleuve. Les mesures de chlorophylle a et des phéopigments réalisées entre 2016 et 2018 dans le secteur du site de Bugey, montrent une faible concentration de ce compartiment. Cela traduit l'absence de nuisances de types blooms algaux ou phénomènes d'eutrophisation sur ce tronçon. L'Indice Biologique Diatomées (IBD), outil d'évaluation normalisé de la qualité des cours d'eau, révèle une bonne qualité écologique sans distinction notable entre les stations amont et aval, traduisant l'absence d'impact du site du Bugey sur le compartiment algal.

L'étude des macroinvertébrés conduite sur la chronique 2009 – 2018 met en évidence une faible discrimination amont-aval du site qui serait induite par le rejet thermique. Toutefois, les abondances relatives des guildes thermiques sont peu impactées, suggérant que cette structuration reste légère. La diminution de la richesse taxonomique en aval résulterait de la combinaison du rejet thermique et des températures élevées en période estivale. La diversité et la qualité écologique restent bonnes voire très bonnes sur l'ensemble de ce secteur du Rhône. L'indice biologique utilisé (IBGA-DCE) montre que les conditions sont favorables vis-à-vis du développement des macro-invertébrés.

L'évolution du peuplement piscicole est évaluée sur la période 2009 – 2018. Ces peuplements présentent des modifications de structuration entre les différentes stations mais l'influence du site dans cette structuration est difficile à quantifier. Elle résulterait probablement d'une combinaison entre des facteurs liés aux stations de prélèvement (diversité des habitats locaux, conditions hydrodynamiques) et thermiques. La taille des juvéniles de l'année, pour la majorité des espèces, est plus grande sur la station aval, suggérant une accélération de la croissance par la température. Le calcul de l'Indice Poisson Rivière (IPR) à partir de 2015 aux stations amont et aval du site de Bugey, révèle des conditions de développement de la faune piscicole très satisfaisantes. Hormis un léger effet de la température, les résultats de l'étude des peuplements piscicoles et des communautés de macroinvertébrés ne montrent pas d'incidence du fonctionnement du site du Bugey.

Les différences spatio-temporelles observées pour les paramètres biologiques (poissons et macroinvertébrés) seraient imputables à une augmentation de la température à l'aval, mais aussi aux caractéristiques locales propres aux stations de prélèvement (diversité des habitats, conditions hydrodynamiques).

Mis à part un léger effet de la température au droit de la station de suivi hydroécologique, pour lequel le calcul d'échauffement indique qu'il est fortement atténué après brassage des eaux, l'analyse de l'ensemble des données de surveillance de l'environnement aquatique au voisinage du site sur la chronique décennale 2009 – 2018 ne révèle pas d'impact perceptible du site du Bugey sur l'écosystème du Rhône.

2.2.2 Analyse de l'état radiologique de l'environnement au voisinage du site

L'analyse de l'état radiologique de l'environnement au voisinage du site du Bugey s'appuie sur les études radioécologiques annuelles et décennales « bas bruit de fond ». Elle comprend une comparaison des résultats d'analyses obtenus lors de l'état de référence initial (ou point zéro) établi avant la mise en service du CNPE à ceux obtenus lors de la réalisation du dernier bilan décennal. Les principales conclusions de cette analyse pour la période 2009 – 2018 sont les suivantes :

- La radioactivité présente dans l'environnement terrestre et aquatique au voisinage du site du Bugey est majoritairement d'origine naturelle et est essentiellement due au potassium 40 et au béryllium 7.
- Dans l'environnement terrestre au voisinage du site du Bugey, la radioactivité d'origine artificielle provient principalement de la rémanence des retombées atmosphériques des essais nucléaires aériens, de celles de l'accident de Tchernobyl et dans une moindre mesure de celles de l'accident de Fukushima. Ces événements anciens sont à l'origine de la détection, au cours de la période 2009 – 2018, des césiums 134 et 137 et, uniquement pour les essais nucléaires, de strontium 90, de radionucléides émetteurs alpha (plutonium 238, plutonium 239 et 240 et américium 241). Les retombées des essais nucléaires aériens participent également au bruit de fond d'activité en tritium et carbone 14, ces deux radionucléides sont par ailleurs produits par voie naturelle et font également partie des radionucléides présents dans les rejets d'effluents à l'atmosphère des installations du site. A l'exception d'un marquage ponctuel en carbone 14 à proximité du site, aucune autre contribution des rejets autorisés d'effluents atmosphériques du site du Bugey aux activités mesurées dans l'environnement terrestre au voisinage du site n'est mise en évidence. Un marquage en tritium libre et tritium organiquement lié dû aux rejets d'effluents liquides du site est mis en évidence dans les céréales via l'irrigation des cultures. L'impact associé aux rejets d'effluents du site sur l'environnement terrestre est négligeable.
- Dans l'environnement aquatique au voisinage du site du Bugey, la radioactivité gamma d'origine artificielle est principalement due au césium 137 qui trouve son origine dans les retombées atmosphériques des essais nucléaires aériens et l'accident de Tchernobyl, et dans une moindre mesure dans les rejets autorisés d'effluents liquides du site du Bugey (dans les mousses aquatiques à proximité du site). Des traces de césium 134, mesurées en 2011, ont pour origine les retombées de l'accident de Fukushima. Absents des rejets d'effluents liquides du site, le strontium 90 et les radionucléides émetteurs alpha détectés dans l'environnement aquatique, proviennent des retombées anciennes des essais nucléaires aériens. L'iode 131, détecté en amont et en aval du site, a quant à lui une origine liée aux utilisations médicales de ce radionucléide. Les peintures luminescentes utilisant du tritium, notamment dans l'industrie horlogère suisse et française implantée en amont du site, sont à l'origine d'un marquage en tritium de l'environnement aquatique. Les rejets autorisés d'effluents liquides du site du Bugey sont à l'origine de la détection de radionucléides émetteurs gamma d'origine artificielle (cobalt 58 et 60, argent 110 métastable et ponctuellement manganèse 54) et d'un marquage en carbone 14. Les rejets d'effluents liquides autorisés du site du Bugey sont à l'origine d'un marquage en tritium libre et tritium organiquement lié qui se superpose au marquage lié à la présence de l'industrie horlogère en amont du site. La présence sporadique de manganèse 54 à l'amont du site est à relier aux rejets d'effluents liquides du site de Creys-Malville. La surveillance hydroécologique réalisée de 2009 à 2018 dans l'environnement du site du Bugey ne montre pas d'évolution anormale de l'état du milieu aquatique imputable au fonctionnement du CNPE.

En conclusion, la radioactivité présente dans l'environnement terrestre et aquatique au voisinage du site du Bugey est majoritairement d'origine naturelle et est stable depuis l'état de référence. La radioactivité d'origine artificielle autour du site est quant à elle principalement liée aux retombées atmosphériques globales des essais nucléaires ainsi qu'aux rejets autorisés d'effluents radioactifs des installations situées en amont sur le Rhône et de ceux du site. L'impact des rejets d'effluents radioactifs du site sur l'environnement est négligeable. Ces conclusions ont été confirmées par la surveillance effectuée de 2019 à 2022.

2.3 ANALYSE DE L'ÉTAT CHIMIQUE ET RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT SUR LE SITE (ÉTAT DES SOLS)

Conformément à l'article 3.3.7 de la décision environnement, « *Pour les activités impliquant la production, l'utilisation et le rejet de substances radioactives ou non radioactives susceptibles de contaminer le sol et les eaux souterraines, l'analyse mentionnée à l'article 3.3.6 comprend un état des sols de son installation* ».

L'analyse de l'état des sols du CNPE du Bugey s'est appuyée sur les données environnementales du site, issues de la surveillance des eaux souterraines et des diagnostics de sols qui ont été réalisés.

- Le site du Bugey est un site sédimentaire caractérisé par des alluvions sablo-graveleuses, sur une épaisseur de 6 à 14 mètres, en place ou en remblai. Sous ces terrains, le substratum est constitué de molasse de faible perméabilité, qui forme un « dôme » sous les îlots nucléaires qui y sont fondés directement. Sur certaines zones du site, deux couches respectivement d'argile et de « poudingue » s'intercalent entre les alluvions superficielles et le substratum molassique. Deux nappes d'eaux souterraines sont présentes au niveau du CNPE, une nappe libre dans les alluvions superficielles, et une nappe dans la molasse. Les écoulements souterrains de la nappe des alluvions se font globalement du nord vers le sud / sud-est, avec un drainage par le Rhône.
- Depuis sa mise en exploitation, le site du Bugey fait l'objet d'une surveillance qualitative et quantitative de la nappe alluviale sur l'ensemble des INB du site. Cette surveillance a évolué au cours de l'exploitation pour s'adapter aux aménagements et à l'évolution des exigences réglementaires. Elle a également été optimisée pour tenir compte des zones d'intérêt. L'examen de l'ensemble des mesures réalisées dans le cadre de la surveillance des eaux souterraines entre 2014 et 2018 a porté sur les résultats d'environ 20 000 analyses réalisées sur 44 piézomètres (dont 36 piézomètres suivis dans le cadre de la surveillance réglementaire). Elle a montré des dépassements des seuils de surveillance des eaux souterraines sur les paramètres suivants :
 - **sodium, sulfates, conductivité.** Ces dépassements sont en lien avec l'exploitation de la station de déminéralisation et ont fait l'objet d'une déclaration d'un Evènement Significatif pour l'Environnement en octobre 2015. Suite à l'identification de défauts d'étanchéité et à la réalisation des travaux correspondants, les concentrations en sodium et sulfates sont redescendues sous les seuils d'investigations (S1) représentatifs d'un marquage de nappe.
 - **éléments traces métalliques** (aluminium, arsenic, cadmium, chrome, cuivre, nickel, plomb, zinc, mercure). Les dépassements en éléments traces métalliques sont liés au contexte géologique local (présence d'argile dans la partie sud du CNPE) et à la nature des remblais en place.
 - **nitrites.** Les dépassements en nitrites ont été observés sur un piézomètre en amont du site et sont donc attribuables à une origine externe (présence de terrains agricoles en amont du site).
 - **Hydrocarbures.** Un dépassement ponctuel du seuil S1 (une seule mesure non confirmée par la mesure suivante) en hydrocarbure a été observé en 2014 à l'aval de la station de déminéralisation. Un autre dépassement du seuil S1 a été identifié dans le cadre des campagnes de reconnaissances complémentaires des sols et des eaux souterraines réalisées en 2021 et a conduit à la déclaration d'un Evènement Intéressant l'Environnement (EIE) en février 2022.
 - **Tritium.** Des marquages en tritium de la nappe ont fait l'objet de déclarations d'Evènements Significatifs pour l'Environnement (ESE) en octobre 2012, décembre 2014, décembre 2017 et janvier 2023. Les actions correctives mises en place par l'exploitant ont conduit à une diminution significative des activités volumiques en tritium dans la nappe, désormais inférieures au seuil d'investigation S1 depuis mars 2023.

L'étude des données historiques et environnementales du sous-sol du CNPE du Bugey s'est appuyée sur des recherches documentaires, des témoignages de personnels du CNPE, des visites des installations et des reconnaissances des sols ainsi que du diagnostic de sol d'octobre 2019 complété par des reconnaissances complémentaires des sols et des eaux souterraines réalisées en 2021.

Au cours de cette étude, des marquages du milieu sol ont été identifiés et sont décrits ci-après :

- comme mentionné dans l'inventaire national des déchets radioactifs de l'ANDRA (fiche n° RHO 59), les reconnaissances effectuées au niveau de la « butte de Bugey » (INB 78) ont mis en évidence un terme source radioactif de très faible activité massique, resté piégé dans les résines échangeuses d'ions enterrées comme le démontre la surveillance des eaux souterraines dans cette zone par l'absence de marquage dans la nappe phréatique autour de cette butte.
- un incident d'exploitation ayant fait l'objet d'une déclaration d'un Evènement Significatif pour l'Environnement (ESE) en décembre 2017, a conduit à effectuer des campagnes de reconnaissances environnementales pour identifier de potentiels écoulements d'effluents tritiés le long de la canalisation enterrée BONNA PTR en février 2018 et avril 2018. Sur les 49 échantillons de sols analysés, 10 échantillons ont montré des valeurs supérieures aux seuils de décision pour les paramètres tritium, Cs 137 et/ou Co 60. Ces dépassements ont été observés au droit de points singuliers de la canalisation BONNA PTR (jonction entre tronçons, liaison canalisation – bâtiment et puits de relevage). Les investigations effectuées sur site au droit de ces points singuliers ont permis d'identifier la zone présentant des défauts d'étanchéité et de réaliser les réparations associées.

Cette étude a mis en évidence le besoin de réaliser des investigations sur le périmètre des INB n° 78 et 89 et sur les zones exploitées par le CNPE sur le périmètre de l'INB n° 45 afin d'obtenir des compléments d'informations nécessaires pour évaluer l'état des sols.

Ces investigations de sol ont été menées en octobre 2019 et ont consisté à réaliser 69 sondages de sols de 4 à 5 m de profondeur et à prélever 307 échantillons de sol pour des analyses chimiques et radiologiques.

Les résultats des analyses chimiques ont montré que les échantillons prélevés étaient dans les gammes de valeurs de comparaison déterminées (à partir de données de différentes sources de bruit de fond) pour les paramètres recherchés, à l'exception de quelques échantillons qui ont présenté des concentrations en hydrocarbures, ions majeurs (nitrate, orthophosphates, sulfate), azote kjeldahl et éléments traces métalliques (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, nickel, plomb, zinc, mercure), supérieures aux valeurs de comparaison définies pour ce diagnostic de sol :

- **Hydrocarbures totaux** : les marquages observés sont répartis sur trois zones du CNPE :
 - Zone A : à proximité du déshuileur des transformateurs TP/TS Tr 5 et TP/TS Tr 4.
 - Zone B : à proximité du diesel Tr 3.
 - Zone C : entre les réservoirs SXS Tr 2/3 et les transformateurs TP/TS Tr 2.

Les reconnaissances des sols et eaux souterraines réalisées en 2021-2022 ont permis de montrer qu'au droit de la zone C, aucun impact sur la qualité chimique des eaux souterraines n'a été constaté et les investigations réalisées au cours de l'année 2021 ne confirment pas la teneur en hydrocarbures précédemment mesurée dans les sols.

Les marquages les plus élevées des zones A et B sont localisées vers 3 à 4 m de profondeur, au niveau de la zone de battement de la nappe.

Des défauts au niveau d'un voile béton du déshuileur des transformateurs des réacteurs n° 4 et 5 pour la zone A et dans un réseau transportant des hydrocarbures (réseaux SEH) pour la zone B avaient été identifiés lors des précédentes maintenances préventives puis réparés suite aux inspections. Ces défauts sont probablement à l'origine des marquages observés.

Des analyses de la maintenance réalisée et des investigations des réseaux et ouvrages, véhiculant des hydrocarbures, situés à proximité des zones marquées ont été réalisées.

Ces investigations et analyses des documents de maintenance ont permis de vérifier l'intégrité des réseaux et de confirmer qu'il n'y a plus de défaut pouvant expliquer l'origine du marquage.

- **Ions majeurs et azote Kjeldahl** : Les concentrations en ions majeurs (chlorures, sulfates, nitrates, orthophosphates, ammonium) sont majoritairement inférieures aux limites de quantification du laboratoire et restent faibles sur l'ensemble des échantillons. Toutefois, quelques dépassements ponctuels des valeurs de comparaison ont été observés pour les paramètres sulfate et azote Kjeldahl, mais ne présentent pas de lien apparent avec les activités du CNPE.
- **Éléments traces métalliques** : Les résultats d'analyses des sols investigués ont montré ponctuellement des concentrations supérieures aux valeurs de comparaison en métaux avec, pour certains, des dépassements des valeurs RMQS (Réseau de Mesure de la Qualité des Sols). La présence de ces éléments traces métalliques dans les sols est principalement liée au bruit de fond géochimique du site. Les dépassements observés, principalement sur les sols de surface, sont probablement liés à la nature des remblais.

Les résultats des contrôles radiologiques in-situ (débit de dose et contamination surfacique) sur les matériaux extraits et des analyses radiologiques en laboratoire n'ont pas mis en évidence de marquage radiologique au droit des zones investiguées.

En conclusion, les résultats des analyses réalisées dans le cadre de l'état des sols du CNPE du Bugey ont mis en évidence :

- **Au niveau des sols :**
 - un terme source radioactif de très faible activité massique resté piégé dans les résines échangeuses d'ions enterrées au niveau de la « butte de Bugey » (INB 78), répertorié dans l'inventaire national des déchets radioactifs de l'ANDRA (fiche n° RHO 59) réalisé dans le cadre du Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs (PNGMDR). Ce dernier fait l'objet d'un suivi dans le cadre de la surveillance réglementaire des eaux souterraines et n'a pas mis en évidence de marquage radiologique ;
 - des marquages en Co60 et Cs137 ont été observés au droit de points singuliers le long de la canalisation BONNA PTR lors des investigations réalisées dans le cadre de de l'Evènement Significatif pour l'Environnement déclaré en décembre 2017. Cette zone ne nécessite pas la mise en place de mesures de gestion ;
 - des marquages en éléments traces métalliques, principalement observés au niveau des sols de surface, sans doute liés à la nature des remblais et ne nécessitant pas la mise en place de mesures de gestion ;
 - des marquages ponctuels en sulfate et azote Kjeldahl, sans lien apparent avec les activités du CNPE et qui ne nécessitent pas la mise en place de mesures de gestion ;
 - des marquages en hydrocarbures identifiés au droit de 3 zones distinctes dont l'une a montré l'absence de marquage dans les eaux souterraines. Les deux autres zones font l'objet d'un suivi par deux piézomètres créés en 2021 dans le but de confirmer l'absence de migration dans les eaux souterraines.
- **Au niveau des eaux souterraines :**
 - un marquage chimique (sodium, sulfate, conductivité) au niveau de la station de déminéralisation ayant fait l'objet d'une déclaration d'un Evènement Significatif pour l'Environnement en 2015. Des actions correctives ont été mises en œuvre par l'exploitant, conduisant à des concentrations inférieures aux seuils et valeurs indicatives de qualité, fin 2018 ;
 - des marquages radiologiques (tritium) liés à des incidents d'exploitation ayant fait l'objet de déclarations d'Evènements Significatifs pour l'Environnement en 2012, 2014, 2017 et 2023. Les actions curatives et correctives mises en place par l'exploitant ont conduit à une diminution significative des activités volumiques en tritium, désormais inférieures au seuil d'investigation S1 depuis mars 2023. Des actions correctives sont en cours de déploiement pour l'ESE déclaré en janvier 2023.

2.4 ÉLÉMENTS PERMETTANT LE RÉEXAMEN DES LIMITES DE REJET DES SUBSTANCES MENTIONNÉES DANS LE TABLEAU ANNEXÉ À L'ARTICLE R. 211-11-1 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

L'article 4.1.11 de l'arrêté INB indique que : « le rejet [...] des substances mentionnées dans le tableau annexé à l'article R. 211-11-1 du code de l'environnement, ne peut être réalisé que si une décision de l'ASN [...] fixe des limites de rejet pour ces substances, sur la base des justifications fournies par l'exploitant quant au caractère optimal de ces rejets et à l'acceptabilité de leurs impacts. Les limites susmentionnées sont réexaminées périodiquement. L'exploitant inclut les éléments permettant ce réexamen dans le rapport de réexamen prévu à l'article L. 593-19 du code de l'environnement. ».

Pour le CNPE du Bugey, les substances concernées par cet article sont l'acide borique, les métaux totaux (plomb, cuivre, chrome, nickel, zinc, fer, manganèse et aluminium), les phosphates, le phosphore total, l'azote (ammonium, nitrates, nitrites, azote organique) et les AOX.

Les limites de rejets de ces substances sont prescrites dans :

- La décision n° 2014-DC-0443 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 15 juillet 2014 fixant les limites de rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux des installations nucléaires de base n° 45, 78, 89 et 173 exploitées par Électricité de France – Société Anonyme (EDF-SA) dans la commune de Saint-Vulbas (département de l'Ain), modifiée par la décision ASN n° 2022-DC-0727.
- La décision n° 2014-DC-0442 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 15 juillet 2014 fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau et de rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux des installations nucléaires de base n° 45, n° 78, n° 89 et n° 173 exploitées par Électricité de France – Société Anonyme (EDF-SA) dans la commune de Saint-Vulbas (département de l'Ain), modifiée par la décision ASN n° 2022-DC-0726.

La méthode suivie pour effectuer le réexamen des limites de rejet des substances mentionnées dans le tableau annexé à l'article R. 211-11-1 du code de l'environnement, repose sur deux axes :

- l'analyse du retour d'expérience des rejets réels du CNPE sur la période 2013 – 2022, comparé aux limites réglementaires en vigueur ;
- l'identification des éventuels besoins pour l'exploitation des réacteurs.

Ces deux volets permettent de déterminer, le cas échéant, les substances pour lesquelles les limites de rejets ne sont pas compatibles avec les besoins d'exploitation des réacteurs.

En se fondant sur le retour d'expérience des rejets du CNPE sur la période 2014 – 2022, il apparaît que la limite annuelle en flux de métaux totaux était dépassée chaque année depuis l'application de la décision limite n° 2014-DC-0443.

Les actions mises en place et les investigations menées ont conduit EDF à déposer auprès de l'ASN en 2017 un dossier de déclaration de modification au titre de l'article 26 du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 relatif aux installations nucléaires de base et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives (dit « décret procédures »), portant sur la modification de certains seuils associés aux rejets de métaux totaux. Ce dossier a fait l'objet d'une instruction par l'Autorité de Sûreté Nucléaire et a conduit à la mise en application de la décision n° 2022-DC-0727 précisant les limites de rejet actualisées pour les métaux. L'analyse du réexamen des limites de rejets des substances réglementées met en évidence la compatibilité des limites de rejets des substances mentionnées dans le tableau annexé à l'article R. 211-11-1 du code de l'environnement, avec les besoins d'exploitation des réacteurs.

2.5 BILAN DES ÉTUDES MENÉES, ÉTAT DES ÉTUDES RESTANT À CONDUIRE ET ÉCHÉANCIER PRÉVISIONNEL DU RECONDITIONNEMENT DES DÉCHETS

L'article 6.8 de l'arrêté INB dispose que « *lorsque des déchets sont conditionnés selon des modalités incompatibles avec leur admission dans les installations de stockage auxquelles l'étude de gestion des déchets les destine, l'exploitant procède à la reprise de leur conditionnement dans les meilleurs délais. Si cette reprise nécessite des études préalables, l'exploitant présente, selon une périodicité fixée par l'Autorité de Sûreté Nucléaire, un bilan des études menées, un état des études restant à conduire et l'échéancier prévisionnel du reconditionnement des déchets. Ces informations apparaissent en outre dans le rapport de réexamen* ».

Les principes de conception des filières de traitement (Centrac) et de stockage (Andra) des déchets radioactifs ont conduit à la définition d'exigences sur les déchets, dictées par des enjeux de sûreté nucléaire, de radioprotection et de sécurité associés aux différentes phases de vie de ces installations (exploitation, ainsi que surveillance et post-surveillance pour les centres de stockage Andra).

Le respect de ces exigences constitue un enjeu majeur, partagé par les exploitants producteurs de déchets et par les exploitants industriels des filières de traitement et de stockage. Elles sont déclinées par le CNPE du Bugey au travers des dispositions techniques et organisationnelles qu'il met en œuvre pour réaliser les colis, dont les principales phases sont :

- la collecte des déchets au niveau des lieux de production ;
- le conditionnement des déchets dans des emballages certifiés par les filières de traitement et de stockage ;
- la maîtrise de l'activité contenue dans les colis ;
- l'expédition des colis à destination d'un centre de traitement ou de stockage approprié.

A l'ensemble de ces phases du processus de gestion des déchets, sont associés :

- la sensibilisation des intervenants pour garantir le respect des exigences des filières ;
- la mise en œuvre du contrôle technique ;
- la surveillance de la réalisation des colis.

Un groupe de travail « Qualité colis » a été mis en œuvre en 2015 entre l'Andra et les trois producteurs majeurs de déchets radioactifs, EDF, AREVA²⁶ et CEA, pour identifier les points à améliorer dans la gestion des déchets radioactifs et les axes d'améliorations à envisager pour garantir la conformité des colis.

Cette organisation vise à assurer un degré de maîtrise proportionné aux enjeux, tels que défini par les impacts et risques potentiels liés à d'éventuelles non-conformités ou non-qualités colis.

L'amélioration de la qualité des colis de déchets observée depuis 2013 sur le CNPE du Bugey permet de vérifier l'efficacité de ces actions.

Une vigilance particulière est ainsi accordée aux colis de type coques béton, qui jouent un rôle de confinement dans le concept multi-barrières du CSA et qui contribuent significativement à son inventaire radiologique.

²⁶ Devenu Orano

La Figure 36 présente l'évolution de la qualité des colis de type coques béton du CNPE du Bugey sur la période 2013 – 2022.

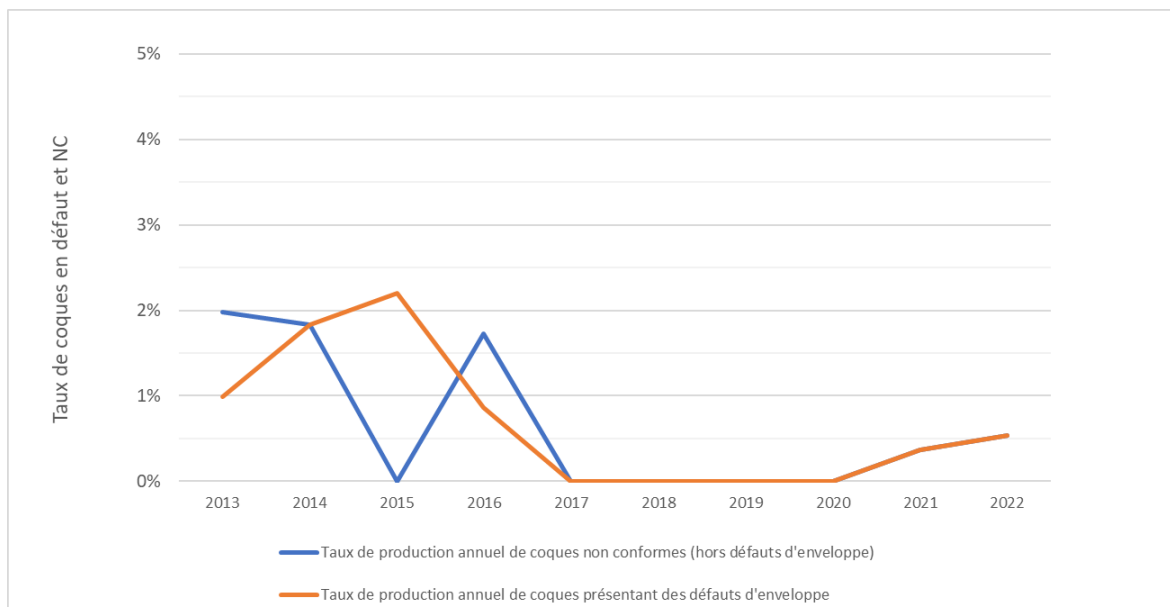


Figure 36 : Evolution de la qualité des coques déchets produites sur le CNPE du Bugey sur la période 2013 – 2022

Une amélioration globale de la qualité des colis de type coque béton est observée sur la période 2013 – 2022. Le taux de coques affectées par une non-conformité est passé de 10 % en 2009 à 2 % en 2013 à 0,5 % en 2022. Cette baisse s'est accompagnée d'une diminution du nombre de coques non-conformes restant entreposées sur le site.

Maîtriser la qualité des colis contribue en particulier à assurer que ces derniers pourront être évacués vers les filières de traitement et de stockage, notamment lorsqu'une reprise des déchets conditionnés selon des modalités incompatibles avec les spécifications d'acceptation des filières n'est pas envisageable.

Il faut ainsi distinguer :

- d'une part, les déchets conditionnés en conteneurs périssables, sans immobilisation préalable, qui peuvent faire l'objet d'une reprise lorsqu'une incompatibilité du colis avec les spécifications d'acceptation des filières est mise en évidence ;
- d'autre part, les déchets conditionnés en conteneurs durables, ainsi que les déchets conditionnés en conteneurs périssables avec immobilisation préalable, qui sont immobilisés avant évacuation et qui ne peuvent faire l'objet d'une reprise en cas d'incompatibilité du colis avec les spécifications d'acceptation des filières.

Pour les premiers, l'incompatibilité du colis avec les spécifications d'acceptation des filières a donc un caractère réversible. Les contraintes éventuelles liées à leur reconditionnement (instruction de la prise en charge avec la filière, disponibilité des installations, prétraitement, caractérisation complémentaire, etc.) expliquent toutefois que des colis de ce type soient présents dans les installations.

Pour les seconds, EDF a développé et fait agréer par l'Andra un colis de type caisson métallique (approbation 7BN) permettant de rendre acceptables en stockage la plupart des colis de déchets dont le conditionnement ne permet pas d'envisager une évacuation en l'état.

Les quantités de déchets conditionnés selon des modalités incompatibles avec les spécifications d'acceptation des filières restant entreposées sur le CNPE du Bugey sont donc restreintes, au regard notamment des quantités de colis de déchets produites sur la période.

Les éléments relatifs aux études menées, à l'état des études restant à conduire et à l'échéancier prévisionnel du reconditionnement des déchets conditionnés selon des modalités incompatibles avec les spécifications d'acceptation des filières sont développés, pour chaque typologie de déchets dans les tableaux 5, 6 et 7.

*Tableau 5 : Déchets conditionnés en conteneurs durables et en conteneurs périssables,
avec immobilisation préalable – Situation à fin 2022*

Type de déchets	Nombre de colis incompatibles avec les spécifications d'acceptation de la filière entreposés	Nombre total de colis produits [2013-2022]	Etudes nécessaires au reconditionnement ou à l'évacuation		Echéancier
			Réalisées	Restant à mener	
Concentrats d'évaporateur FA-VC	4	977	Voir détail dans tableau ci-après		
Filtres d'eau et déchets technologiques MA-VC	26	443	Voir détail dans tableau ci-après		
Résines MA-VC	1	359	Voir détail dans tableau ci-après		
Filtres d'eau pré-confinés	0	3	Voir détail dans tableau ci-après		
Boues MA-VC	3	14	Voir détail dans tableau ci-après		
Non-conformes reconditionnées	0	15	Sans objet		

Tableau 6 : Détail des déchets conditionnés en conteneurs durables et en conteneurs périssables, avec immobilisation préalable – Situation à fin 2022

Numéro de coque	Type déchet	Etudes nécessaires au reconditionnement ou à l'évacuation		Echéancier prévisionnel
		Réalisées	Restant à mener	
3080903	Filtres d'eau pré-confinés	Caractérisation du défaut d'enveloppe (éclat). Coque définie comme « 91/94 ».	Sans objet	L'évacuation sera réalisée lorsqu'un lot de 5 coques « 91/94 » sera valide pour expédition. Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2030
3111037	Filtre d'eau	Caractérisation du défaut d'enveloppe. Coque définie comme « 91/94 ».	Sans objet	L'évacuation sera réalisée lorsqu'un lot de 5 coques « 91/94 » sera valide pour expédition. Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2024
3132105	Concentrats	Caractérisation des défauts d'enveloppe (multiples fissures)	Déclinaison de l'autorisation 7BN et validation Andra. Conditionnement en 7BN	Echéance de déclinaison du 7BN : déclinaison dans les 12 mois suivant la validation ANDRA de la révision du 7BN. Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2027
3140011	Concentrats	Caractérisation du défaut (non-respect du DEA ²⁷). Réalisation d'une spectrométrie.	Réaliser une demande de prise en charge auprès de l'Andra.	Echéance du dépôt de la demande prise en charge : 31/12/2024 Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2026
3150252	Boues	Caractérisation du défaut (coque contaminée). Décontamination.	Renouvellement décontamination.	Echéance décontamination : 31/12/2025 Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2026.
3152483	Concentrats	Caractérisation des défaut (éclat, non-respect DP ²⁸ bouchage)	Réaliser une demande de prise en charge auprès de l'Andra.	Echéance du dépôt de la demande prise en charge : 31/12/2024 Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2026
3152583	Boues	Caractérisation du défaut (DDD > 2 mSv/h)	Décroissance	Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2030
3160078	Filtre d'eau	Caractérisation du défaut (DDD > 2 mSv/h)	Décroissance	Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2030
3160573	Boues	Caractérisation du défaut (coque contaminée). Décontamination.	Renouvellement décontamination.	Echéance décontamination : 31/12/2025 Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2026
3160585	Concentrats	Caractérisation du défaut d'enveloppe (fissure). Coque définie comme « 91/94 ».	Sans objet	L'évacuation sera réalisée lorsqu'un lot de 5 coques « 91/94 » sera valide pour expédition Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2024
3160982	Filtre d'eau	Caractérisation du défaut (DDD > 2 mSv/h)	Décroissance	Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2030
3171082	Filtre d'eau	Caractérisation du défaut (DDD > 2 mSv/h, déchet décentré)	Décroissance. Modalités de prise en charge après décroissance (en l'état ou reconditionné en caisson) à instruire.	Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2035
3171230	Filtre d'eau	-	Définir les modalités d'évacuation	Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2025
3171231	Filtre d'eau	-	Définir les modalités d'évacuation	Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2025
3180544	Filtre d'eau	Caractérisation du défaut (DDD > 2 mSv/h)	Décroissance	Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2025

²⁷ DEA : Descriptif d'Evaluation d'Activité. Il s'agit d'un cahier des charges. Chaque approbation à son propre DEA, celui-ci définit comment l'activité de la coque doit être évaluée.

²⁸ DP : Descriptif de procédé. Il s'agit d'un cahier d'un cahier des charges. Chaque approbation à son propre DP, celui-ci peut concerner la partie « bouchage » ou « blocage » de la coque.

Numéro de coque	Type déchet	Etudes nécessaires au reconditionnement ou à l'évacuation		Echéancier prévisionnel
		Réalisées	Restant à mener	
3181713	Filtre d'eau	Caractérisation du défaut (DDD > 2 mSv/h)	Décroissance	Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2025
3182353	Filtre d'eau	Caractérisation du défaut (DDD du déchet nu à 3m supérieur à 10 mSv/h)	Décroissance	Fin de décroissance estimée en en 2025. Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2026
3182598	Filtre d'eau	Caractérisation du défaut (DDD du déchet nu à 3m supérieur à 10 mSv/h)	Décroissance	Fin de décroissance estimée en en 2026. Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2027.
3191608	Filtre d'eau	Caractérisation du défaut (DDD > 2 mSv/h)	Décroissance	Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2029.
3200203	Filtre d'eau	Caractérisation du défaut (DDD > 2 mSv/h)	Décroissance	Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2029.
3200889	Filtre d'eau	Caractérisation du défaut (DDD du déchet nu à 3m supérieur à 10 mSv/h)	Décroissance	Fin de décroissance estimée en en 2025. Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2026
3200976	Résines	Caractérisation du défaut (coque à injection de PBB ²⁹ , non-respect du DP blocage). Sollicitation UTO ³⁰ pour prise instruction de la prise en charge par l'Andra.	Instruction par UTO des modalités de prise en charge par l'Andra.	Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2035
3201384	Filtre d'eau	Caractérisation du défaut (DDD > 2 mSv/h)	Décroissance	Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2027.
3201399	Filtre d'eau	Caractérisation du défaut (DDD > 2 mSv/h)	Décroissance	Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2029.
3202001	Déchets technologiques	Caractérisation du défaut d'enveloppe	Sans objet	L'évacuation sera réalisée lorsqu'un lot de 5 coques « 91/94 » sera valide pour expédition Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2024.
3202084	Déchets technologiques	Caractérisation du défaut (DDD > 2 mSv/h)	Décroissance	Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2027.
3202085	Concentrats	Caractérisation du défaut (DDD > 2 mSv/h)	Décroissance	Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2027.
3210178	Déchets technologiques	Caractérisation du défaut (DDD > 2 mSv/h)	Décroissance	Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2029.
3210678	Filtre d'eau	Caractérisation du défaut d'enveloppe (éclat) + contaminé à la poussière de plomb. Coque définie comme « 91/94 ».	Décontamination	L'évacuation sera réalisée lorsqu'un lot de 5 coques « 91/94 » sera valide pour expédition Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2024
3211182	Filtre d'eau	Caractérisation du défaut (DDD du déchet nu à 3m supérieur à 10 mSv/h)	Décroissance	Fin de décroissance estimée en en 2026. Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2027.
3211616	Filtre d'eau	Caractérisation du défaut (DDD > 2 mSv/h)	Décroissance	Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2029.
3212135	Filtre d'eau	Caractérisation du défaut (DDD > 2 mSv/h)	Décroissance	Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2029.
3220280	Filtre d'eau	Caractérisation du défaut (DDD > 2 mSv/h)	Décroissance	Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2029.

²⁹ PBB : Produit bi-composant de blocage. Le PBB est un produit qui peut être injecté dans une coque 11BX au cours de son blocage en cas d'aléa afin de bloquer la réaction de polymérisation.

³⁰ UTO : Unité Technique Opérationnelle : entité EDF responsable au niveau national de la gestion des déchets nucléaires.

Numéro de coque	Type déchet	Etudes nécessaires au reconditionnement ou à l'évacuation		Echéancier prévisionnel
		Réalisées	Restant à mener	
3220852	Filtre d'eau	Caractérisation du défaut (DDD > 2 mSv/h)	Décroissance	Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2029.
3221139	Filtre d'eau	Caractérisation du défaut (non-respect du DP blocage et du DP bouchage)	Instruire la possibilité de la reconditionner en caisson 7BN	Echéance de déclinaison du 7BN : déclinaison dans les 12 mois suivant la validation ANDRA de la révision du 7BN Echéance prévisionnelle d'évacuation : 31/12/2027
5000361	Filtre d'eau	Obtention d'une autorisation de prise en charge auprès de l'Andra.	Vérifier la conformité de la coque aux exigences formulées dans l'autorisation de prise en charge.	Echéance de l'étude : 30/06/2024. Si conforme : échéance prévisionnelle d'évacuation 30/06/2025.
5000364	Filtre d'eau	Obtention d'une autorisation de prise en charge auprès de l'Andra.	Vérifier la conformité de la coque aux exigences formulées dans l'autorisation de prise en charge.	Echéance de l'étude : 30/06/2024. Si conforme : échéance prévisionnelle d'évacuation 30/06/2025.
5000365	Filtre d'eau	Obtention d'une autorisation de prise en charge auprès de l'Andra.	Vérifier la conformité de la coque aux exigences formulées dans l'autorisation de prise en charge.	Echéance de l'étude : 30/06/2024. Si conforme : échéance prévisionnelle d'évacuation 30/06/2025.
5000369	Filtre d'eau	Obtention d'une autorisation de prise en charge auprès de l'Andra.	Vérifier la conformité de la coque aux exigences formulées dans l'autorisation de prise en charge.	Echéance de l'étude : 30/06/2024. Si conforme : échéance prévisionnelle d'évacuation 30/06/2025.

Nota : Une coque est dite « 91/94 » lorsqu'elle présente un défaut tel qu'elle peut être évacuée directement vers l'Andra mais doit être stockée dans un ouvrage spécifique. Ces coques sont grisées dans le tableau 6 car n'étant pas incompatibles avec les spécifications d'acceptation de la filière, elles ne sont pas comptabilisées dans le tableau 5. Elles sont évacuées par lot de 5 et ne peuvent être mélangées avec des coques qui ne sont pas elles-mêmes « 91/94 », ce qui peut générer un délai dans la réalisation de l'évacuation.

*Tableau 7 : Déchets conditionnés en conteneurs périssables, sans immobilisation préalable
Situation à fin 2022*

	Nombre de colis incompatibles avec les spécifications d'acceptation de la filière entreposés au 31/12/2022	Nombre total de colis produits [2013-2022]	Etudes nécessaires au reconditionnement ou à l'évacuation		Echéancier de reconditionnement
			Réalisées	Restant à mener	
Déchets métalliques TFA/FA-VC	0	95			
Déchets solides incinérables TFA/FA-VC	0	22 984			
Déchets solides FA-VC	0	5890			
Filtres d'eau FA-VC	3	37		Essai de dégazage pour l'ANDRA (pilotage UTO-DLOG)	Pas de reconditionnement, évacuation en l'état suite à validation de l'essai de dégazage.
Déchets solides FA-VC	0	52			
Déchets solides MA-VC	0	4			
Résines anioniques TFA	0	96			
Résines cationiques TFA	0	102			
Charbon actif et pièges à iode TFA	0	251			
Déchets métalliques TFA	0	386			
Gravats TFA	0	351			
Déchets liquides incinérables TFA/FA-VC	0	194			

2.6 ÉLÉMENTS PERMETTANT LE RÉEXAMEN DES PRESCRIPTIONS ASSOCIÉES AU CONTRÔLE PERMANENT DE LA RADIOACTIVITÉ OU AU DOUBLEMENT DES CHAÎNES DE MESURE

L'article 3.2.18 de la décision environnement indique que : « *les effluents liquides radioactifs font l'objet d'un contrôle en continu de leur activité réalisé au niveau de la canalisation de rejets. Ce contrôle de la radioactivité est réalisé à l'aide de deux chaînes de mesure indépendantes équipées chacune d'une alarme réglée à un seuil d'activité volumique dont le déclenchement entraîne l'arrêt automatique du rejet. En cas de mélange mentionné à l'article 4.1.13 de l'arrêté du 7 février 2012 susvisé entre des effluents liquides radioactifs et des effluents liquides non radioactifs rejetés en continu, cette surveillance est réalisée en un point de la canalisation situé en amont du point de mélange avec ces autres effluents* ».

Pour les sites pour lesquels les prescriptions ne prévoient pas le contrôle permanent ou le doublement des chaînes de mesure précitées, des éléments sont fournis afin de réexaminer ces prescriptions dans le cadre du réexamen, ainsi que disposé à l'article 6.5 de la décision environnement : « *le contrôle permanent de la radioactivité ou le doublement des chaînes de mesures prévus au I de l'article 3.2.18 ne sont pas requis lorsque les prescriptions pour la protection applicables avant cette date d'entrée en vigueur ne les prévoient pas ; l'exploitant joint à tout rapport de réexamen prévu à l'article L. 593-19 du code de l'environnement postérieurement au 1^{er} juillet 2015 tout élément permettant à l'Autorité de Sûreté Nucléaire de réexaminer ces prescriptions* ».

Les effluents liquides radioactifs du CNPE du Bugey font l'objet d'un contrôle en continu de leur activité, réalisé en amont du rejet dans l'ouvrage de pré-dilution. Ce contrôle de la radioactivité est effectué à l'aide de deux chaînes de mesures indépendantes équipées chacune d'une alarme, réglée à un seuil d'activité volumique, dont le déclenchement arrête automatiquement les rejets.

Ainsi, le CNPE du Bugey respecte l'article 3.2.18 de la décision environnement.

2.7 MESURE DES NIVEAUX D'ÉMISSION SONORE DU CNPE

Le I de l'article 4.4.5 de la décision environnement dispose que : « *L'exploitant réalise au moins une fois tous les dix ans, à ses frais, une mesure des niveaux d'émission sonore de son établissement. Ces mesures se font à des emplacements définis par l'exploitant de façon à apprécier le respect des valeurs limites d'émergence dans les zones où elle est réglementée* », et le III de cet article précise que « *Les résultats de ces mesures sont joints au rapport de réexamen de l'installation prévu à l'article L. 593-19 du code de l'Environnement* ».

Le site du Bugey a fait l'objet d'une campagne de mesures acoustiques entre le 30 septembre et le 17 octobre 2019.

Les emplacements de mesure sont définis de façon à apprécier le respect des valeurs limites d'émergence³¹ dans les zones où elle est réglementée (ZER). Des mesures de bruit ambiant³² sont ainsi réalisées dans les zones d'habitation les plus exposées aux émissions sonores du site sur un rayon de deux kilomètres maximums, en vue directe des installations et dans plusieurs directions autour du site. Cela permet de couvrir les principales conditions locales de vent. Les mesures en limite de site (LDS) sont réalisées en direction de ces habitations. Les emplacements de mesure du bruit résiduel³³ sont définis conformément au 6.6 de la norme NF S 31-010 relative à la caractérisation et au mesurage des bruits de l'environnement, afin d'estimer le niveau sonore résiduel d'un secteur sans arrêter l'activité du site.

L'ensemble de ces emplacements de mesures est précisé sur la Figure 37. Les polygones « AMB X » (AMB 1, 2, 3, 7 encadrés en orange) correspondent aux emplacements de mesure du bruit ambiant, les « RES X » (R 1, 2 (jour), 3 (jour) et 2/3 (nuit) encadrés en jaune) correspondent aux emplacements de mesure du bruit résiduel et les « LDS X » (LDS 1, 2, 3, 7 encadrés en vert) correspondent aux emplacements en limite de site (LDS).

³¹ Émergence : différence arithmétique entre le bruit ambiant et le bruit résiduel. Elle s'exprime en dBA.

³² Bruit ambiant : Bruit total mesuré dans l'environnement. Il inclut l'ensemble des sources de l'environnement, y compris les sources de bruit industriel de l'installation. Il s'exprime en dBA.

³³ Bruit résiduel : bruit généré par l'ensemble des sources de l'environnement hormis les sources de bruit industriel de l'installation. Il s'exprime en dBA.

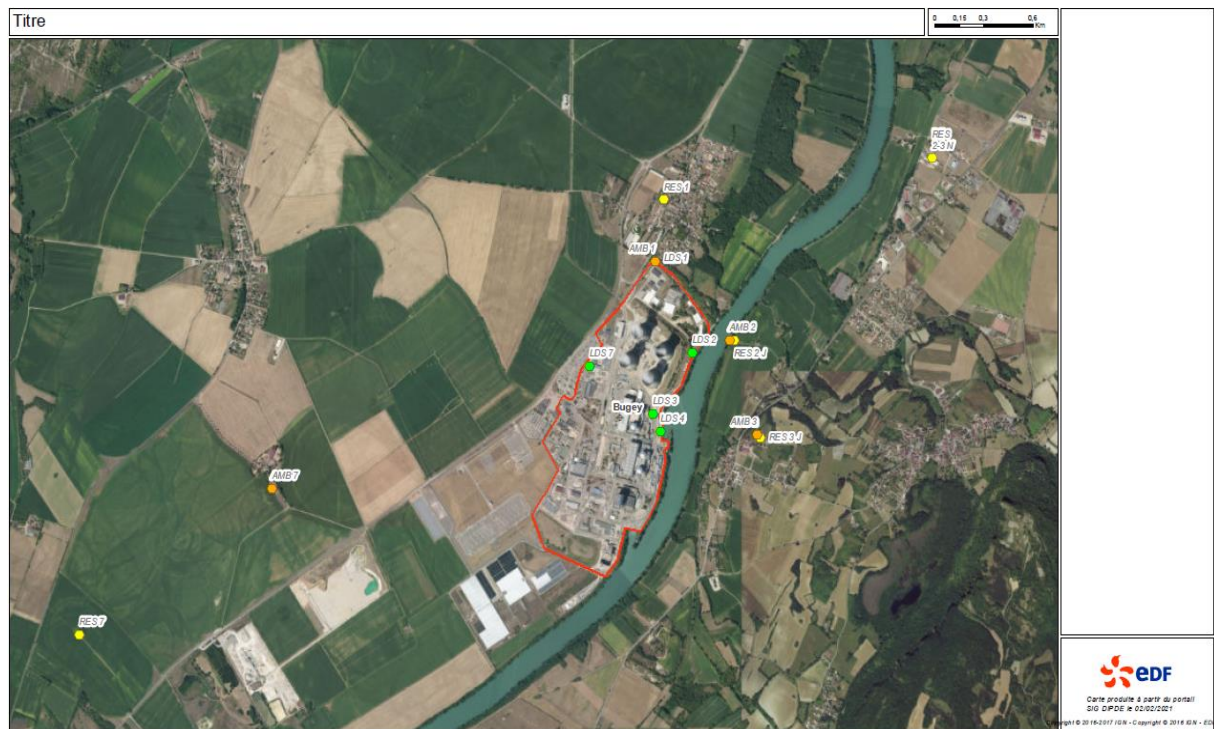


Figure 37 : Emplacement des points de mesure dans l'environnement du site du Bugey

Les polygones « AMB » correspondent aux emplacements de mesure du bruit ambiant, ce sont les emplacements retenus pour l'évaluation de la conformité en ZER. Les « ZER 1 », « ZER 2 », « ZER 3 » et « ZER 7 » correspondent respectivement aux « AMB 1 », « AMB 2 », « AMB 3 », et « AMB 7 ».

La prise en compte des contraintes spécifiques au site (distances sources-récepteurs élevées, impossibilité d'arrêter complètement le fonctionnement des installations) conduit EDF à mettre en œuvre des moyens conséquents, afin d'obtenir des résultats de mesure représentatifs. En effet, le mesurage dans l'environnement du site est réalisé sur une longue durée (deux semaines à minima), et accompagné d'un relevé des conditions de fonctionnement des installations. Ce mesurage est conforme à la norme NF S 31-010 « Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement » (méthode d'expertise). Des mesures fines des conditions météorologiques sont réalisées durant toute la campagne grâce à un anémomètre sonique 3D posé sur site. Celui-ci permet d'enregistrer localement toutes les minutes : direction et vitesse de vent moyennes, température extérieure, hygrométrie et gradients de vent, de température potentielle et de célérité effective dans la direction des points de mesure. Les mesures en ZER sont généralement réalisées en continu sur toute la durée de la campagne, mais, du fait de leur caractère conservatif (seuils réglementaires admissibles et niveaux de bruit résiduels plus faibles notamment), ce sont les résultats en période nocturne (indice fractile à 50 % intégré sur des échantillons d'environ 9 heures compris entre 22h et 7h) qui sont prioritairement exploités en vue de conclure à la conformité des sites.

Une première analyse des mesures brutes et des conditions de fonctionnement du site permet de trier le volume important de mesures, afin de sélectionner les plus pertinentes : absence de perturbations non représentatives de la zone complète d'habitation (bruit d'une pompe à chaleur privative par exemple) ou d'une situation habituelle (fête locale par exemple), conditions météorologiques admises par la norme NF S 31-010 (vent inférieur à 5 m/s, absence de pluie marquée), recouvrement suffisant des types de conditions de propagation locales en lien avec les conditions météorologiques et conditions de fonctionnement normales du site (un maximum de réacteurs en fonctionnement, fonctionnement stabilisé, absence d'événements exceptionnels sur site). Un traitement statistique des échantillons retenus, basé sur 10 ans de données météorologiques collectées sur site, permet ensuite d'obtenir une valeur unique de niveau de bruit pour chaque emplacement de mesure.

Enfin, la mesure seule ne permettant pas toujours de prendre en compte l'ensemble des contributions au bruit résiduel, un dernier post-traitement des mesures est réalisé à partir du logiciel open-source de modélisation en propagation environnementale « Code_TYMPAN ». Ce logiciel est utilisé par EDF pour étudier les problématiques de bruit industriel de toutes ses installations de production. Il repose sur des méthodes de calcul normalisées (ISO 9613 et NF S 31-133) et a fait l'objet de validation sur un ensemble de cas-tests. La modélisation du CNPE s'appuie notamment sur la caractérisation acoustique des équipements principaux susceptibles d'influencer les niveaux sonores mesurés : ces mesurages sont réalisés conformément aux normes ISO 9614-2, ISO 3744 ou ISO 10494 selon le type d'équipement et son accessibilité.

Les résultats du modèle couplés à l'analyse fine des mesures acoustiques et des conditions météorologiques permettent ainsi d'obtenir des résultats d'émergences statistiques représentatifs de l'impact des sources de bruit industriel du site sur la période réglementaire la plus contraignante (22h à 7h) présentés dans le Tableau 8.

*Tableau 8 : Niveaux de bruit en limite d'établissement
et valeurs d'émergence associées en ZER du site de Bugey*

Points d'étude : LDS et ZER associés	Niveau de bruit mesuré en LDS incluant les bruits d'eau (dBA)	Contribution des sources industrielles calculées en LDS (dBA)	Niveau de bruit ambiant mesuré en ZER (dBA)	Niveau de bruit résiduel mesuré en ZER incluant les bruits d'eau calculés (dBA)	Émergence admissible en ZER (dBA)	Émergence calculée en ZER (dBA)
LDS 1 / ZER 1	39,9	32,6	48	48	3	0
LDS 2 / ZER 2	47,5	42,7	43,5	43	4	0,5
LDS 3 / ZER 3	51,4	57,8	47	45,5	3	1,5
LDS 7 / ZER 7	45,1	43,8	37,5	36	4	1,5

Les niveaux d'émergence admissible de jour et de nuit sont inférieurs aux limites réglementaires.

Les résultats de l'analyse de conformité montrent que les niveaux sonores du site du Bugey permettent de respecter les objectifs fixés par l'article 4.3.5 de l'arrêté du 7 février 2012 modifié.

3 CONCLUSION DU VOLET INCONVÉNIENTS

Le CNPE du Bugey est organisé afin d'assurer la maîtrise de sa conformité aux règles qui lui sont applicables : la première partie de ce volet inconvénients montre que le CNPE met en œuvre des dispositions pour maîtriser les inconvénients qu'il présente pour les intérêts protégés.

L'actualisation de l'appréciation des inconvénients que le CNPE du Bugey présente pour les intérêts protégés montre que, au vu des enjeux environnementaux et des contraintes locales du CNPE, ses performances environnementales globales permettent de considérer l'ensemble des dispositions mises en œuvre comme équivalentes à des Meilleurs Techniques Disponibles.

L'analyse de l'ensemble des données de la surveillance chimique, écologique et radiologique de l'environnement au voisinage du site ne révèle pas d'impact perceptible du site du Bugey sur le milieu, hormis un léger effet de la température au droit de la station de suivi hydroécologique, pour lequel le calcul d'échauffement indique qu'il est fortement atténué après brassage des eaux.

L'analyse des données de la surveillance chimique et radiologique des eaux souterraines du site a montré un marquage chimique (sodium, sulfate, conductivité) et des marquages en tritium pour lesquels des actions correctives ont été réalisées. L'analyse chimique et radiologique des sols a révélé d'une part des marquages chimiques en hydrocarbures au droit de 2 zones distinctes nécessitant une surveillance, et, d'autre part, quelques marquages en cobalt 60 et césium 137 qui ont été traités.

Concernant la gestion des colis de déchets, le site du Bugey est organisé pour assurer la maîtrise du reconditionnement des colis de déchets.

L'analyse du réexamen des limites de rejets des substances réglementées met en évidence la compatibilité des limites de rejets des substances mentionnées dans le tableau annexé à l'article R. 211-11-1 du code de l'environnement, avec les besoins d'exploitation des réacteurs.

L'analyse des mesures acoustiques réalisées montre que les niveaux sonores du site permettent de respecter les objectifs fixés par l'article 4.3.5 de l'arrêté du 7 février 2012 modifié.

Ainsi, le quatrième réexamen périodique du réacteur n° 3 du CNPE du Bugey permet de conclure que les dispositions organisationnelles et matérielles mises en place par l'exploitant permettent d'assurer la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement, vis-à-vis des inconvénients.

VOLET III – POURSUITE DU FONCTIONNEMENT APRES 40 ANS

SECTION 1 : MAITRISE DU VIEILLISSEMENT ET DE L'OBSOLESCENCE

1	MAITRISE DU VIEILLISSEMENT ET DE L'OBSOLESCENCE.....	347
1.1	OBJECTIF	347
1.2	REPONSE A L'OBJECTIF.....	347
1.2.1	ORGANISATION EDF AFIN DE MAITRISE LE VIEILLISSEMENT ET L'OBSOLESCENCE	347
1.2.1.1	PROCESSUS DE MAITRISE DU VIEILLISSEMENT DES SSC.....	348
1.2.1.2	PROCESSUS DE MAINTENANCE.....	351
1.2.1.3	PROCESSUS DE TRAITEMENT DE L'OBSOLESCENCE DES MATERIELS ET PIECES DE RECHANGE	353
1.2.2	PERENNISATION DE L'APTITUDE DES MATERIELS A ASSURER LEUR FONCTION APRES 40 ANS	353
1.2.2.1	DEMONTRER L'APTITUDE DES MATERIELS NON REMPLAÇABLES A ASSURER LEUR FONCTION APRES 40 ANS	354
1.2.2.2	DEMONTRER L'APTITUDE DES MATERIELS REMPLAÇABLES A ASSURER LEUR FONCTION APRES 40 ANS OU A PROCEDER SOIT A LEUR REMPLACEMENT SOIT A LEUR RENOVATION	356
1.2.2.3	EXAMENS NON DESTRUCTIFS (END).....	360
1.2.3	DECLINAISON DU TRAITEMENT DE L'OBSOLESCENCE DES MATERIELS ET PIECES DE RECHANGE .	360
1.3	CONCLUSION	363

1 MAITRISE DU VIEILLISSEMENT ET DE L'OBSOLESCENCE

Le processus « *maîtrise du vieillissement des Structures, Systèmes et Composants (SSC)* » a été mis en place dans le cadre de la préparation des 4^{ème} RP 900 suite au souhait émis par EDF en 2009 de poursuivre le fonctionnement de son Parc nucléaire après 40 ans. Ce processus a fait l'objet d'un examen en GP « *Vieillessement* » de décembre 2003 puis de mai 2006 et plus récemment en GP ESPN et GPR de mars 2018 dans le cadre de la préparation du 4^{ème} RP 900.

Ce paragraphe a pour objet de présenter la démarche générale de maîtrise du vieillissement des installations, les principaux acquis et les programmes en cours, ainsi que les dossiers constitués pour répondre aux objectifs relatifs à la maîtrise du vieillissement et au traitement de l'obsolescence dans le cadre du 4^{ème} RP 900.

1.1 OBJECTIF

D'une manière générale, le programme industriel d'EDF pour exploiter les tranches au-delà des 4^{ème} RP consiste, pour le volet vieillissement et obsolescence des composants, à :

- démontrer l'aptitude des matériels non remplaçables à assurer leur fonction après 40 ans (cuve du réacteur et enceinte de confinement),
- démontrer l'aptitude des matériels remplaçables à assurer leur fonction après 40 ans ou procéder soit à leur remplacement soit à leur rénovation.

1.2 REPONSE A L'OBJECTIF

Partie générique Palier

1.2.1 Organisation EDF afin de maîtriser le vieillissement et l'obsolescence

La démarche de maîtrise du vieillissement et du traitement de l'obsolescence s'appuie sur trois processus opérationnels pérennes :

- le processus de maîtrise du vieillissement des Structures, Systèmes et Composants (SSC) mis en œuvre systématiquement à partir des 3^{ème} RP et poursuivi en 4^{ème} RP,
- le processus d'inspection en service et de maintenance,
- le processus de traitement de l'obsolescence des matériels et pièces de rechange.

Les dossiers suivants sont constitués dans le cadre de ces trois processus :

- le Dossier d'Aptitude à la Poursuite de l'Exploitation (DAPE) de chaque tranche, transmis un an avant le 4^{ème} RP, établi à partir du recueil des Fiches d'Analyse du Vieillessement (FAV) et des DAPE composants,
- les dossiers spécifiques pour les composants non remplaçables, cuve du réacteur (dossier zone de cœur) et enceinte de confinement (rapports d'auscultation, programme et rapport de l'épreuve enceinte décennale),
- les documents démontrant le maintien au-delà du 4^{ème} RP de la qualification des matériels aux conditions accidentelles (MQCA), selon la démarche de qualification progressive,
- les documents d'inspection en service et de maintenance, parmi lesquels :
 - les Programmes de Base de Maintenance Préventive (PBMP) des équipements et ouvrages, s'appuyant sur les doctrines de maintenance, les Dossiers de Référence Réglementaires (DRR) pour les équipements du CPP/CSP, qui prennent en compte les conditions d'exploitation au travers de la comptabilisation des situations,
 - le Programme d'Investigations Complémentaires lors des Visites Décennales (PIC) (cf. Volet I – Chapitre 1 – Section 2),

- les dossiers de maintenance exceptionnelle des matériels,
- les dossiers de traitement de l'obsolescence des composants,
- et enfin le programme d'amélioration des connaissances et le programme de R&D en support.

1.2.1.1 Processus de maîtrise du vieillissement des SSC

Une méthodologie systématique est appliquée pour s'assurer que les phénomènes de vieillissement ne peuvent pas conduire à des difficultés dans l'accomplissement d'une fonction de sûreté pendant la période considérée. Cette méthode est au niveau des meilleures pratiques internationales, en cohérence avec l'approche préconisée par l'AIEA dans son Safety guide n° NS-G-2.12 « *Ageing Management for Nuclear Power Plants* ».

Le processus porte sur le périmètre des SSC potentiellement sensibles à un mécanisme de vieillissement et dont la défaillance peut avoir un impact sur la sûreté de l'installation :

- les SSC classés Equipements Importants pour la Protection des intérêts (EIP), à l'exclusion des équipements régulièrement remplacés comme les assemblages de combustible, les grappes de commande et des équipements amovibles comme les emballages de combustible,
- les SSC non classés EIPS, dont la défaillance du fait d'un mécanisme de vieillissement pourrait être source d'agression de SSC EIPS,
- les SSC pris en compte au titre des EPS (Etudes Probabilistes de Sûreté) de niveau 1 et des EPS agressions, contribuant de manière significative à la limitation du risque de fusion du cœur.

❖ Processus générique national

La méthode générique relative à la maîtrise du vieillissement des SSC repose sur l'établissement de la liste des couples pertinents SSC/mécanisme de vieillissement (avéré ou potentiel). Chaque couple SSC/mécanisme de vieillissement fait l'objet d'une analyse matérialisée dans une FAV (Fiche d'Analyse du Vieillissement) dont l'objectif est de vérifier le degré de maîtrise du vieillissement au regard des dispositions d'exploitation et de maintenance en vigueur, ainsi que des conditions de réparabilité et de remplaçabilité.

A l'issue de cette analyse, chaque FAV fait l'objet d'un classement en « *statut* » qui permet de juger de l'aptitude des dispositions existantes pour assurer la maîtrise du vieillissement dans la durée :

- statut 0 : les dispositions d'exploitation et de surveillance sont adaptées, les parades en cas de réparation / remplacement sont disponibles,
- statut 1 : une instruction complémentaire est nécessaire pour évaluer la maîtrise du vieillissement (statut temporaire),
- statut 2 : un dossier approfondi (Dossier d'Aptitude à la Poursuite de l'Exploitation générique (DAPE)) est nécessaire pour le composant concerné, comprenant l'analyse des actions permettant de conclure sur la maîtrise du vieillissement.

Il existe environ 500 FAV établies sur le Palier 900 Mwe, dont 5 % en statut 1 et 6 % en statut 2.

Les FAV font l'objet d'un réexamen annuel afin d'intégrer les événements nouveaux, dont :

- l'avancement des actions de suite des FAV de statut 1 et 2,
- l'évolution des référentiels de maintenance (doctrines et programmes de maintenance, dérogations génériques),
- l'analyse des événements du retour d'expérience du Parc en exploitation, les résultats du PIC, les bilans et expertises matériels,

- les éléments du retour d'expérience international issus notamment de l'EPRI, de WANO ou des contacts bilatéraux avec les exploitants étrangers,
- l'amélioration des connaissances, avec la prise en compte de l'avancement des actions de R&D en support, intégrant les apports des collaborations internationales dans le domaine de la maîtrise du vieillissement (EPRI, AIEA, OCDE)³⁴,
- le retour d'expérience de l'application de la méthodologie, en particulier celui des CNPE dans le cadre de l'élaboration des DAPE de tranche,
- les aspects industriels tels que le traitement des obsolescences.

Le DAPE composant analyse de manière détaillée la maîtrise des risques de vieillissement du composant ou de la structure, dans le but de justifier leur aptitude au service. Il décrit le programme de maîtrise du vieillissement associé, incluant les aspects surveillance en service, maintenance courante et exceptionnelle, conditions d'exploitation, modifications éventuelles, études complémentaires, programmes de R&D, expertises en laboratoire notamment dans le domaine des matériaux, procédés d'assurance...

Les DAPE sont mis à jour tous les 5 ans pour capitaliser les résultats des travaux effectués et pour intégrer les référentiels de chaque nouvelle VD, avec une latitude d'une année de manière à ajuster la date de leur révision au planning des VD.

Il existe actuellement 12 DAPE composants pour le Palier 900 Mwe :

- cuve du réacteur,
- équipements internes de cuve,
- générateurs de vapeur,
- tuyauteries primaires,
- pressuriseur,
- Groupe Motopompe Primaire (GMPP),
- tuyauteries auxiliaires du Circuit Primaire Principal (CPP),
- câbles électriques,
- traversées électriques,
- contrôle commande,
- enceinte de confinement,
- structures de Génie civil.

³⁴ Les échanges internationaux permettent de tirer profit du retour d'expérience des tranches plus âgées que les tranches françaises. Citons notamment le programme IGALL de l'AIEA « *International Generic Ageing Lessons Learned* » et la coopération avec l'EPRI en particulier dans les domaines des tuyauteries enterrées et des câbles électriques.

❖ Processus local par tranche

Chaque CNPE est responsable de la création et de la mise à jour d'un DAPE de tranche (Dossier d'Aptitude à la Poursuite de l'Exploitation), établi pour chaque tranche conformément aux principes d'organisation donnés au niveau national.

Après avoir analysé les spécificités de la tranche, le CNPE formalise dans le DAPE de tranche la déclinaison de la méthodologie nationale basée sur les FAV et les DAPE composant. Il complète l'analyse générique si nécessaire, par des analyses locales pour des matériels et/ou des mécanismes non couverts par des FAV nationales.

Le DAPE de tranche présente les actions locales du programme de maîtrise du vieillissement, établi pour compléter la démonstration de l'aptitude à la poursuite d'exploitation de la tranche concernée, jusqu'à la VD suivante et dans des conditions de sûreté satisfaisantes.

Le DAPE de tranche est mis à jour après la 4^{ème} VD pour :

- intégrer le bilan des contrôles, inspections, modifications et rénovations effectués lors de la VD, dont les résultats des programmes PIC et ECOT,
- prendre en compte les nouvelles FAV nationales émises depuis la rédaction de l'indice 0, et celles dont le statut a évolué à la hausse,
- décrire la version finale du programme local de maîtrise du vieillissement (PLMV) adapté à la tranche, à mettre en œuvre dans la période décennale qui suit la VD, en complément au référentiel national d'exploitation et de maintenance.

La synthèse du DAPE de tranche est présentée au paragraphe « *Partie spécifique à la tranche* » qui suit.

❖ Programme de R&D pour la poursuite de l'exploitation

En complément de la méthodologie et dans le cadre de la poursuite du fonctionnement des tranches, la R&D apporte son appui :

- au processus de maintenance par sa capacité d'expertise des composants déposés et la mise à disposition d'outils de surveillance et de diagnostic/pronostic des matériels,
- dans le domaine des innovations, en évaluant de nouveaux matériaux ou de nouvelles technologies et en contribuant à leur qualification.

Le programme de R&D en appui au processus de maîtrise du vieillissement des SSC a pour objectifs de :

- comprendre et modéliser les mécanismes de vieillissement des matériaux afin de prévoir le vieillissement des composants,
- déterminer les caractéristiques des matériaux après 40 ans (matériaux métalliques, organiques, de génie-civil),
- pérenniser les connaissances disponibles sur les mécanismes de vieillissement, et de les mettre à disposition des experts des autres entités d'EDF,
- développer de nouvelles méthodes ou pratiques d'ingénierie, en particulier pour les analyses à la fatigue et au risque de la rupture brutale des DRR (Dossiers de Référence Réglementaires) et du dossier de tenue en service des cuves,
- faire évoluer les moyens de surveillance et de contrôle des matériels (Examen Non Destructif/Contrôle Non Destructif), en étudiant les meilleures technologies disponibles,
- contribuer au développement de procédés de réparation ou de mitigation.

Dans le cas particulier de l'enceinte, EDF s'est doté d'une maquette à échelle 1/3 qui permet une accélération du vieillissement de l'enceinte. Actuellement représentative d'un état de vieillissement à 50 ans de fonctionnement, cette maquette confirme le comportement satisfaisant de l'ouvrage sur le long terme. Elle permet également le développement de mesures et examens non destructifs adaptés au génie civil et permet de confronter les développements numériques à une réalité physique très largement instrumentée.

❖ Conclusion

Après dix années de mise en œuvre, le processus de maîtrise du vieillissement des SSC a fait l'objet, en juin 2015, d'une revue de processus pour évaluer :

- sa capacité à anticiper l'identification et le traitement des mécanismes de vieillissement,
- sa déclinaison par les CNPE,
- son fonctionnement global, notamment aux interfaces entre les différents acteurs locaux et nationaux impliqués.

Les conclusions de cette revue sont les suivantes :

- le processus de Maîtrise du Vieillissement intègre l'amélioration de la connaissance des mécanismes de vieillissement par les travaux de R&D, l'analyse du REX international, la prise en compte des études internationales de type benchmark comme IGALL, l'utilisation de l'effet Parc (remontées techniques des CNPE, partage des bonnes pratiques),
- c'est un processus vivant qui associe l'ensemble des entités d'EDF concernées, y compris au titre de leur expertise. De ce fait, le processus de Maîtrise du Vieillissement assure une bonne capacité d'anticipation des phénomènes de vieillissement sur le Parc,
- le processus satisfait aux objectifs qui lui ont été fixés pour la maîtrise du vieillissement des SSC. Le processus est mature et est en phase pérenne. Les actions prévues lors de cette revue contribuent à l'optimiser.

Par ailleurs, ce processus fait l'objet d'une revue annuelle nationale.

1.2.1.2 Processus de maintenance

L'organisation de la maintenance à EDF a pour finalité de garantir le fonctionnement de ses équipements conformément aux exigences de sûreté, aux meilleures conditions de production d'un kWh sûr, propre et compétitif pour ses clients.

La politique de maintenance est structurée de façon à garantir le niveau de fiabilité requis des matériels et systèmes, en anticipant la maintenance des matériels pour la poursuite du fonctionnement des tranches du Parc après 40 ans. Elle s'articule autour de deux types :

- la maintenance courante,
- la maintenance exceptionnelle.

❖ Maintenance courante

Au démarrage du Parc nucléaire, les programmes de maintenance préventive étaient essentiellement issus du retour d'expérience des constructeurs et de l'exploitation du Parc thermique à flamme.

Au fur et à mesure du développement du Parc nucléaire, des programmes de maintenance propres au Parc nucléaire ont été développés, en valorisant la standardisation du Parc ainsi que le retour d'expérience d'EDF et des exploitants étrangers.

Historiquement, cette démarche a mûri en plusieurs étapes, associant dans un processus itératif la redéfinition du contenu et de la périodicité des activités de maintenance ainsi qu'une meilleure intégration des activités de surveillance et de diagnostic de l'état des matériels.

Elle s'est enrichie au cours du temps de nouvelles méthodes de maintenance : méthode OMF (Optimisation de la Maintenance par la Fiabilité), doctrines d'exploitation, méthode AP913. Elle repose également sur différents types de maintenance préventive : Maintenance Systématique (MS), Maintenance Conditionnelle (MC), maintenance par utilisation de Matériels Témoins (MT).

Les programmes de maintenance préventive sont ainsi réinterrogés :

- par les constats effectués lors des contrôles et lors des démontages de matériel,
- par l'analyse des événements du Parc nucléaire EDF et du parc international.

Cette démarche de ré-interrogation conduit à modifier les programmes de maintenance courante :

- Programmes de Base de Maintenance Préventive (PBMP),
- Programmes Locaux de Maintenance Préventive (PLMP),
- Examens complémentaires issus des différents projets ou affaires.

❖ Maintenance exceptionnelle

Pour poursuivre le fonctionnement des tranches du Palier CP0 Bugey après 40 ans, les stratégies de maintenance des équipements ont été complétées lorsque nécessaire, par des opérations de maintenance exceptionnelle de plus grande ampleur. Ces opérations sont programmées sur la période allant des 3^{ème} VD aux 4^{ème} VD et même au-delà, selon une démarche résolument anticipative.

On qualifie de maintenance exceptionnelle les opérations de maintenance qui se démarquent de la maintenance préventive classique, par un ou plusieurs des aspects suivants :

- investissement financier important,
- caractère singulier (opérations de maintenance qui n'interviennent qu'une à quelques fois dans la poursuite du fonctionnement des tranches), éventuellement systématique, c'est-à-dire lié à une échéance fixée à l'avance (exemple : VD),
- difficulté technique (mise en œuvre de l'opération, impacts forts sur les matériels présents aux interfaces fonctionnelles et/ou géographiques),
- délais d'étude et de fabrication longs,
- impacts forts sur les durées d'arrêt nécessaires à la réalisation de l'opération.

De telles opérations de maintenance exceptionnelle peuvent consister en des remplacements, des rénovations ou des réparations. De plus, de manière anticipative, EDF a développé des opérations et des outillages de réparation et de remplacement pour faire face de manière réactive à des aléas potentiels survenant lors des arrêts de tranche. Ces aléas peuvent être liés à plusieurs origines (exploitation, manutention, maintenance, vieillissement...). Ces opérations, qualifiées de « *dossiers d'assurance* », sont définies dans les stratégies de maintenance et concernent principalement les gros composants.

1.2.1.3 Processus de traitement de l'obsolescence des matériels et pièces de rechange

La maîtrise de l'obsolescence des matériels et des pièces de rechange des équipements industriels d'exploitation en CNPE nécessite une veille permanente, organisée autour du processus et des dispositifs décrits ci-dessous.

Les principales données d'entrée pour le suivi de l'obsolescence sont :

- la veille technologique,
- la récupération des matériels déposés lors des modifications IPE,
- le suivi des risques fournisseurs sensibles,
- l'identification des filières sensibles de fabrication des composants élastomères constitutifs des matériels qualifiés aux conditions accidentelles,
- la vision prospective par grand domaine matériel.

Le maintien en conditions opérationnelles et de pérennité couvrent trois concepts différents permettant de compléter l'analyse précédente :

- la pérennité de la fabrication des pièces de rechange,
- la pérennité des compétences d'intervention et de spécialistes,
- la pérennité des compétences d'ingénierie de conception.

Le traitement de l'obsolescence des matériels et pièces de rechange est intégré dans les processus de la DPN. Ainsi, l'obsolescence des matériels et des alertes émises par les différents acteurs sont suivies par l'exploitant au niveau national par l'UTO.

La priorisation des traitements d'obsolescence est principalement fixée sur la doctrine stock matériels et pièces de rechange pour le gréement des stocks d'exploitation et de sécurité, locaux et nationaux.

Cette approche permet à EDF d'adapter ses moyens et son organisation dans la durée, notamment pour prendre en compte une durée d'exploitation au-delà du 4^{ème} RP.

1.2.2 Pérennisation de l'aptitude des matériels à assurer leur fonction après 40 ans

L'objectif de pérenniser l'aptitude des matériels à assurer leur fonction dans le cadre du quatrième réexamen périodique distingue 2 cas de figure :

- les matériels non remplaçables,
- les matériels remplaçables.

1.2.2.1 Démontrer l'aptitude des matériels non remplaçables à assurer leur fonction après 40 ans

❖ La cuve

Les deux zones sensibles du corps de cuve et exposées à un phénomène de vieillissement sont la zone de cœur et les tubulures.

Les couples mécanisme de vieillissement/composant sont analysés dans les FAV, ainsi que dans le DAPE générique composant « *cuve* » (mis à jour en juin 2016) qui traite en particulier des principaux mécanismes : fragilisation sous irradiation de la zone de cœur et vieillissement thermique des tubulures de sortie.

En complément, un dossier réglementaire pour la période d'exploitation de VD4 à VD4 + 10 ans a été livré à l'ASN en 2015 puis révisé en 2016 pour prendre en compte les conclusions du Groupe Permanent ESPN « *Cuve* » de 2015. Ce dossier fournit la vision de la tenue en service des cuves après 40 ans.

Il a été constitué selon une démarche déterministe conservative à chaque étape (neutronique, matériaux, sélection des transitoires et calculs thermohydrauliques, mécanique). Il traite à la fois de l'étude enveloppe Palier du défaut générique hypothétique (le plus grand défaut non détectable par le procédé qualifié situé à l'endroit le plus sollicité et le plus irradié de la cuve la plus défavorable), et des études spécifiques à chaque cuve pour les défauts détectés lors de l'inspection en service.

Il valorise l'introduction en VD4 de grappes en hafnium dans les assemblages en face des points chauds permettant de réduire le flux neutronique à la cuve. L'utilisation de grappes en hafnium est un investissement majeur de l'exploitant EDF pour la poursuite de l'exploitation des cuves.

Ce dossier a été instruit par l'ASN dans le cadre de trois Groupes Permanents ESPN en 2018, 2019 et 2020. A l'issue de cette instruction, la tenue en service de la zone de cœur des cuves des tranches du Palier 900 Mwe est démontrée pour la période allant jusqu'à l'arrêt VD4 + 10 ans.

❖ L'enceinte de confinement

Les enceintes de confinement du Palier CP0 Bugey sont des enceintes à simple paroi (ESP) en béton précontraint recouvertes à l'intrados par une peau d'étanchéité métallique (liner) ; le confinement est statique.

Les principaux mécanismes de vieillissement susceptibles de se développer sont :

- le retrait-fluage du béton (raccourcissement), dont le moteur principal est le séchage du béton qui conduit à une diminution de la précontrainte du fait des déformations différées ; et les éventuelles réactions de gonflement interne telles que la réaction alcali-granulats ou la réaction sulfatique interne, phénomènes à cinétique lente,
- la corrosion des aciers passifs (armatures), favorisée par la carbonatation au contact du CO₂ atmosphérique ou par la pénétration de chlorures en milieu marin :
 - o la corrosion des câbles verticaux de précontrainte, en particulier en cas de remplissage incomplet des gaines par le coulis de ciment lors de la construction,
 - o la corrosion de la peau métallique.

L'état de performance mécanique des enceintes de confinement fait l'objet d'un suivi en continu par les dispositifs d'auscultation, notamment par les mesures de déformation qui permettent de recalculer, si besoin, les données d'entrée des études mécaniques sur l'évolution réelle de la structure.

L'essai périodique à la pression de conception (épreuve enceinte) permet de vérifier le maintien des performances dans le temps, tant du point de vue de la résistance mécanique (linéarité et réversibilité des déformations) que de l'étanchéité (taux de fuite).

Bien que réputée non remplaçable, l'enceinte peut faire l'objet, si besoin, de réparations ou de renforcements. La mise en œuvre du processus de maîtrise du vieillissement des ESP s'appuie sur les documents suivants :

- la doctrine de maintenance et le programme de base de maintenance préventive (PBMP), s'appuyant sur les fiches de maintenance génie-civil (FMGC),
- les règles d'essais périodiques du système EPP,
- les FAV,
- les deux DAPE génériques composant « *Enceinte de confinement* » et « *Structures de Génie-Civil – Risques de gonflement interne du béton* ».

La mise en œuvre du processus de suivi du vieillissement évoqué ci-dessus permet de porter les conclusions suivantes :

- Le maintien des performances mécaniques des enceintes dans la durée est garanti dans la mesure où les processus de corrosion des armatures et des câbles de précontrainte sont maîtrisés par une maintenance préventive adaptée.
- En terme d'étanchéité, la performance est vérifiée par le respect du critère de taux de fuite fixé au chapitre IX des RGE. Il repose pour l'essentiel sur le niveau d'étanchéité des organes d'isolement des traversées, dont les plus contributeurs en terme de fuite ont fait l'objet d'améliorations en 3^{ème} VD avec les meilleures technologies de robinetterie disponibles. Une fuite éventuelle sur la peau métallique serait réparable. Des développements sont en cours en collaboration avec l'EPRI afin d'améliorer la capacité à localiser la fuite lors de l'épreuve enceinte.

1.2.2.2 Démontrer l'aptitude des matériels remplaçables à assurer leur fonction après 40 ans ou à procéder soit à leur remplacement soit à leur rénovation

Pour les matériels remplaçables, leur aptitude à assurer leur fonction après 40 ans est basée sur leur surveillance périodique ou sur leur remplacement / rénovation, dans le cadre des différentes stratégies de maintenance appliquées. Le tableau ci-dessous présente une synthèse des éléments permettant de prononcer la possibilité de fonctionner après 40 ans ainsi que la documentation associée.

Matériel	Fonctionnement après 40 ans
Internes de cuve	Surveillance périodique (END automatisés et ETV) et opérations de maintenance exceptionnelle sur composants avec endommagement avéré
MCG (mécanismes de commande de grappes) et colonnes de thermocouples	Remplacement préventif des MCG (essentiellement des groupes G1), sur la base d'un critère en nombre de pas réalisés
Générateurs de vapeur	Surveillance périodique par END des tubes du faisceau et bouchage en plaque tubulaire Surveillance des zones de l'enceinte sous pression Stratégie de maintenance relative au colmatage et à l'encrassement du secondaire des GV Maintenance exceptionnelle par RGV et par nettoyage chimique
Soupapes GV	Surveillance par END des portées d'étanchéité et maintenance adaptée (rodage, usinage)
Vanne d'Isolément Vapeur	Visite périodique Remplacement des tiges de commande en acier martensitique
Soupapes SEBIM	Inspection périodique des soupapes avec contrôle tarage Visite et remplacement systématique des armoires de commande tous les 10 ans

Matériel	Fonctionnement après 40 ans
Produits moulés	<p>Stratégie de maintenance, essentiellement basée sur des études génériques de coudes et défauts enveloppes, correspond au maintien en service des coudes après 40 ans moyennant plusieurs mesures d'accompagnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les coudes les plus sensibles attendant aux GV sont remplacés à l'occasion des RGV - les grands défauts des autres coudes sensibles font l'objet d'END périodiques afin de s'assurer de l'absence d'évolution - les autres composants sensibles font l'objet d'un suivi individualisé du vieillissement thermique par technique non destructive afin de s'assurer de l'absence d'évolution anormale de leurs caractéristiques - certains composants déposés représentatifs et prélèvements de matière sur coudes en service font l'objet d'expertises
Zones en Inconel	Surveillance par END de certains composants sur la cuve et sur les GV
Pressuriseur	<p>Surveillance par END des zones de l'enceinte sous pression</p> <p>Remplacement de cannes chauffantes le cas échéant</p>
Zones de mélange	<p>Surveillance périodique END adaptée, notamment pour les zones de mélange identifiées sensibles</p> <p>Maintenance exceptionnelle mise en place sur les tés RRA, en fonction du suivi des durées de fonctionnement</p>
Circuit Secondaire (CSP)	<p>Surveillance périodique END adaptée</p> <p>Remplacement systématique des coudes ARE amont GV et coudes VVP aval GV lors des RGV</p>
GMPP	<p>Programme de suivi du vieillissement des volutes (produit moulé)</p> <p>Programme d'expertises des barrières thermiques, dans le cadre d'une noria</p> <p>Surveillance par END des soudures volute/diffuseur, avec une extension du nombre de pompes examinées à partir des 4^{ème} VD</p> <p>Surveillance des hydrauliques par un programme d'expertise mis en place à chaque dépose programmée (remplacement par noria)</p> <p>Maintenance exceptionnelle par remplacement des staturs de moteurs</p>
Pompes de sauvegarde (et assimilées)	Visites complètes périodiques

Matériel	Fonctionnement après 40 ans
Echangeurs auxiliaires nucléaires	<p>Surveillance par END des tubes de certains échangeurs et maintenance par bouchage</p> <p>Suivi en continu de l'activité radiologique du RRI (chaîne KRT) et du niveau de la bêche PTR</p> <p>Surveillance de la paroi des calandres en acier noir par mesure d'épaisseur</p> <p>Inspections et requalifications périodiques en application de l'ESPN</p> <p>Remplacement préventif des échangeurs REN HT et APG</p> <p>Surveillance des échangeurs à plaque par EP périodique et nettoyage chimique ou mécanique, remise en état ou de remplacement des plaques par noria</p>
Pont tournant BR et ponts BK	<p>Surveillance adaptée par des inspections périodiques réglementaires (levage) et visites complètes</p> <p>Rénovations pour la partie contrôle-commande</p>
Dispositifs autobloquants	<p>Surveillance par inspection périodiques des DAB et sur banc d'essais après prélèvement</p> <p>Maintenance exceptionnelle par remplacement ou par remise en état de DAB déposés</p>
Moteurs HTA	<p>Maintenance conditionnelle et visite périodique</p> <p>Remplacement d'une partie des moteurs RCV et RRI</p>
Groupes électrogènes de secours	<p>Maintenance périodique des groupes et révision en usine des moteurs diesel à 25 ans environ</p> <p>Surveillances périodiques des rotors des alternateurs (inspection et mesures électriques)</p> <p>Maintenance préventive des TAC et remplacement programmé en lien avec l'obsolescence des principaux sous-ensembles</p>
Tableaux électriques	<p>Visite par matériels témoins sur les parties fixes et périodiques sur les parties mobiles</p>

Matériel	Fonctionnement après 40 ans
Contrôle-commande et instrumentation	Maintenance conditionnelle en complément d'EP et préventive sur certains matériels Diagnostic suite à l'OVCC, avec des remplacements/rénovations programmés de composants sensibles
Câbles et traversées électriques	Surveillance des câbles BT par inspection visuelle et des câbles HTA par échantillonnage avec des dispositifs dédiés Remplacement ponctuel pour des câbles soumis à ambiance sévère.
Ouvrages de génie-civil	Maintenance préventive adaptée Suivi des tassements différentiels par des programmes locaux Maintenance exceptionnelle envisagée sur les parties à d'ouvrage à dégradation rapide et de grandes dimensions
Station de pompage	Surveillance périodique adaptée Programme de rénovation des tambours filtrants
Tuyauteries enterrées	Programme particulier d'évaluation de l'aptitude des tuyauteries à fonctionner après 40 ans, sur la base d'analyses de risques et d'inspections ciblées, en complément aux inspections courantes

1.2.2.3 Examens Non Destructifs (END)

Les END sont une activité de maintenance importante visant à vérifier l'état de santé et l'intégrité des composants. Les procédés d'END sont en évolution sous l'effet des innovations technologiques et d'une meilleure maîtrise des risques. La veille technologique comporte quatre orientations principales :

- la contribution à la maîtrise des risques liés à la gammagraphie,
- la veille industrielle active pour initier des développements et des tests pré-industriels de procédés pouvant répondre aux besoins du Parc sur des zones où les performances ne répondent pas à l'objectif ou sont inexistantes,
- une bonne visibilité donnée aux entreprises pour préparer et renforcer leurs compétences,
- le stockage et l'archivage des données résultant des contrôles.

1.2.3 Déclinaison du traitement de l'obsolescence des matériels et pièces de rechange

Les analyses réalisées ont permis de s'assurer de la maîtrise des risques d'obsolescence des systèmes de contrôle commande dédiés/décentralisés (contenant des EIPS), de manière à assurer la disponibilité de ces équipements dans la durée.

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

Les études réalisées au niveau du Palier CP0 Bugey ont été déclinées par le CNPE du Bugey de façon à statuer sur la maîtrise du vieillissement des *Structures, Systèmes et Composants* (SSC) de la tranche n° 3.

Ainsi, les équipes du CNPE se sont appropriées les études réalisées sur un plan générique et ont identifié, le cas échéant, les spécificités liées aux SSC de la tranche n° 3.

Sur cette base, le programme spécifique de maîtrise du vieillissement a été élaboré et communiqué à l'ASN un an avant le début de la Visite Décennale.

Lors de la Visite Décennale, les *Structures, Systèmes et Composants* (SSC) font ainsi fait l'objet d'un ensemble d'opérations de maintenance, d'inspections, d'essais, d'examens non destructifs ou de modifications.

L'indice 01 du DAPE (Dossier d'Aptitude à la Poursuite de l'Exploitation) de la tranche 3, qui sera envoyé à l'ASN dans les 6 mois suivant la divergence de l'arrêt VD4, reprendra les conclusions de l'analyse de ces opérations.

Bilan de l'état de la tranche

L'indice 01 du DAPE de la tranche n° 3 présentera :

- les enseignements tirés des résultats des inspections et travaux de maintenance sur les SSC faisant l'objet d'un DAPE générique (ou DAPE composant),
- les enseignements tirés des résultats des inspections et travaux de maintenance sur les SSC faisant l'objet de Fiche d'Analyse du Vieillissement (FAV),
- la prise en compte du REX vieillissement : analyse des nouvelles FAV ou des FAV dont le statut évolue à la hausse depuis la rédaction de l'indice 0 du DAPE de la tranche 3.

Résultats sur les structures, systèmes et composants faisant l'objet d'un DAPE générique

Structures, systèmes et composants	Résultats du DAPE
Cuve	<p>L'épreuve hydraulique réalisée dans le cadre de la requalification complète du Circuit Primaire Principal (CPP) sera réalisée sur la tranche n° 3 du CNPE du Bugey avant la divergence de la tranche à l'issue de sa 4^{ème} visite décennale.</p> <p>Le bilan des contrôles réalisés sur l'arrêt VD4 complètera la démonstration de l'aptitude à la poursuite d'exploitation de la tranche n° 3 du CNPE du Bugey pour la période décennale suivant l'arrêt VD4 (VD4 – VD5).</p>
Interne de cuve	<p>Le bilan des inspections et travaux de maintenance sur les internes de cuve pendant l'arrêt VD4 complètera la démonstration de l'aptitude à la poursuite d'exploitation de la tranche n° 3 du CNPE du Bugey pour la période décennale suivant l'arrêt VD4 (VD4 – VD5).</p>
Tuyauteries primaires	<p>L'épreuve hydraulique réalisée dans le cadre de la requalification complète du Circuit Primaire Principal (CPP) sera réalisée sur la tranche n° 3 du CNPE du Bugey avant la divergence de la tranche à l'issue de sa 4^{ème} visite décennale.</p> <p>Cette épreuve ainsi que le bilan des inspections et travaux de maintenance sur les tuyauteries primaires du circuit primaire pendant l'arrêt VD4 complètera la démonstration de l'aptitude à la poursuite d'exploitation de la tranche n° 3 du CNPE du Bugey pour la période décennale suivant l'arrêt VD4 (VD4 – VD5).</p>
Tuyauteries auxiliaires CPP	<p>Le bilan des contrôles PBMP et opérations de maintenance réalisés sur les tuyauteries auxiliaires du Circuit Primaire Principal (CPP) pendant l'arrêt VD4 complètera la démonstration de l'aptitude à la poursuite d'exploitation de la tranche n° 3 du CNPE du Bugey pour la période décennale suivant l'arrêt VD4 (VD4 – VD5).</p>
Pressuriseur	<p>Le bilan des contrôles et travaux de maintenance réalisés sur le pressuriseur pendant l'arrêt VD4 complètera la démonstration de l'aptitude à la poursuite d'exploitation de la tranche n° 3 du CNPE du Bugey pour la période décennale suivant l'arrêt VD4 (VD4 – VD5).</p>
Générateur de Vapeur	<p>Les Générateurs de Vapeur de la tranche n° 3 du CNPE du Bugey sont de type 51/19.</p> <p>Le bilan des inspections et travaux de maintenance réalisés sur les Générateurs de Vapeur pendant l'arrêt VD4 complètera la démonstration de l'aptitude à la poursuite d'exploitation de la tranche n° 3 du CNPE du Bugey pour la période décennale suivant l'arrêt VD4 (VD4 – VD5).</p>
GMPP	<p>Le bilan des contrôles et travaux de maintenance réalisés sur les GMPP pendant l'arrêt VD4 complètera la démonstration de l'aptitude à la poursuite d'exploitation de la tranche n° 3 du CNPE du Bugey pour la période décennale suivant l'arrêt VD4 (VD4 – VD5).</p>
Enceinte de confinement	<p>L'épreuve de l'enceinte sera réalisée sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avant la divergence de la tranche à l'issue de sa 4^{ème} visite décennale.</p> <p>Elle complètera la démonstration de l'aptitude à la poursuite d'exploitation de la tranche n° 3 du CNPE du Bugey pour la période décennale suivant l'arrêt VD4 (VD4 – VD5).</p>

Structures, systèmes et composants	Résultats du DAPE
Structure de Génie civil	Le bilan des contrôles réalisés au titre de la maintenance préventive réalisés sur les structures de Génie Civil GMPP pendant l'arrêt VD4 complètera la démonstration de l'aptitude à la poursuite d'exploitation de la tranche n° 3 du CNPE du Bugey pour la période décennale suivant l'arrêt VD4 (VD4 – VD5).
Contrôle-commande	Le bilan des contrôles et travaux de maintenance réalisés sur les matériels électriques et l'instrumentation pendant l'arrêt VD4 complètera la démonstration de l'aptitude à la poursuite d'exploitation de la tranche n° 3 du CNPE du Bugey pour la période décennale suivant l'arrêt VD4 (VD4 – VD5).
Câbles électriques K1	Le bilan des inspections et travaux de maintenance réalisés sur les câbles électriques K1 pendant l'arrêt VD4 complètera la démonstration de l'aptitude à la poursuite d'exploitation de la tranche n° 3 du CNPE du Bugey pour la période décennale suivant l'arrêt VD4 (VD4 – VD5).
Traversées enceinte électriques	Le bilan des contrôles et travaux de maintenance réalisés sur les traversées électriques pendant l'arrêt VD4 complètera la démonstration de l'aptitude à la poursuite d'exploitation de la tranche n° 3 du CNPE du Bugey pour la période décennale suivant l'arrêt VD4 (VD4 – VD5).

Résultats sur les structures, systèmes et composants (SSC) faisant l'objet de FAV

Le bilan des inspections et actions de maintenance réalisées pendant l'arrêt VD4 sur les différentes SSC faisant l'objet de FAV complètera la démonstration de l'aptitude à la poursuite d'exploitation de la tranche n° 3 du CNPE du Bugey pour la période décennale suivant l'arrêt VD4 (VD4 – VD5).

Prise en compte du REX vieillissement

Conformément au processus générique national relatif à la maîtrise du vieillissement des SSC, EDF considère l'ensemble des FAV mises à jour depuis la rédaction de l'indice 0 du DAPE de la tranche n° 3 du CNPE du Bugey et les prendra en compte dans l'indice 01 du DAPE de la tranche.

1.3 CONCLUSION

La démarche de maîtrise du vieillissement des installations a été engagée bien avant la TTS du 3^{ème} RP 900. Elle bénéficie des études réalisées dans un premier temps pour couvrir la période 3^{ème} VD – 4^{ème} VD, instruites lors des GP « Vieillissement » de 2003 et 2006, complétées par les études, pour la période au-delà de la 4^{ème} VD, instruites lors des GP ESPN et GPR de mars 2018. L'organisation construite autour des processus de maintenance, de maîtrise du vieillissement et de traitement de l'obsolescence des matériels est adaptée au dossier de réexamen périodique du 900 Mwe pour la poursuite du fonctionnement des réacteurs de ce Palier après 40 ans.

Sur ces bases, un important programme de vérification de l'aptitude des matériels à remplir leur fonction dans le cadre du quatrième réexamen périodique a été réalisé. Il distingue 2 cas de figure :

- Les matériels non remplaçables (cuve, enceinte) : pour ces matériels, les analyses réalisées permettent de s'assurer de leur aptitude à la poursuite en exploitation au-delà de 40 ans ;
- Les matériels remplaçables : les actions et modifications nécessaires identifiées sont réalisées dans le cadre du réexamen.

L'analyse des opérations de contrôle et des travaux de maintenance réalisés pendant l'arrêt VD4 actuellement en cours de la tranche n° 3 du CNPE du Bugey permettra de finaliser le Programme Local de Maîtrise du Vieillissement (PLMV) pour cette tranche et pour la période décennale suivant l'arrêt VD4 (jusqu'à l'arrêt VD5).

Le PLMV est un produit qui est initié à la suite du 1^{er} DAPE de tranche (indice 0). Il est mis à jour périodiquement. Son objectif est d'identifier l'ensemble des actions permettant de justifier de la maîtrise du vieillissement des SSC impactant la sûreté des installations. Il est alimenté par :

- les conclusions des DAPE de tranche établis successivement à chaque VD, qui identifient des actions à mener pendant la période décennale suivante,
- les actions de suite de Retour d'EXpérience national ou local intervenant en-dehors des VD,
- les programmes de maintenance exceptionnelle issus de la programmation pluriannuelle du site (post-VD).

A l'issue de la démarche de maîtrise du vieillissement des SSC de la tranche n° 3 du CNPE du Bugey, le bilan des contrôles, modifications et travaux de maintenance réalisés pendant l'arrêt VD4 complètera la démonstration de l'aptitude à la poursuite d'exploitation de la tranche n° 3 du CNPE du Bugey pour la période décennale suivant l'arrêt VD4 (VD4 – VD5).

Il convient également de préciser que ce programme PLMV a été établi sur la base des études et données disponibles à ce jour, et qu'il est donc amené à évoluer régulièrement suite à l'intégration de nouveaux éléments de REX.

En conclusion, le bilan des essais, inspections et travaux de maintenance réalisés pendant l'arrêt VD4 participera à la démonstration de l'aptitude à la poursuite en exploitation de la tranche n° 3 du CNPE du Bugey pour la période décennale VD4-VD5 dans des conditions de sûreté satisfaisantes.

SECTION 2 : MAITRISE DE LA QUALIFICATION DES MQCA

2	MAINTIEN DE LA QUALIFICATION DES MATÉRIELS QUALIFIÉS AUX CONDITIONS ACCIDENTELLES	366
2.1	DEMARCHE POUR INSTRUIRE LE MAINTIEN DE QUALIFICATION MQCA.....	366
2.2	DECLINAISON DE LA DEMARCHE DE PERENNISATION DE QUALIFICATION MQCA.....	368
2.2.1	MATERIELS MECANIQUES.....	368
2.2.2	MATERIELS ELECTRIQUES	369
2.3	CONCLUSION	377

2 MAINTIEN DE LA QUALIFICATION DES MATÉRIELS QUALIFIÉS AUX CONDITIONS ACCIDENTELLES

Partie générique Palier

La qualification aux conditions accidentelles est un processus qui vise à apporter la garantie que les matériels sont aptes à remplir leurs fonctions de sûreté dans les situations accidentelles où ils sont requis au titre de la démonstration de sûreté.

Les Matériels Qualifiés aux Conditions Accidentelles (MQCA) ayant été qualifiés sur la base d'une durée de fonctionnement de 40 ans, une démarche spécifique est appliquée à ces matériels pour traiter la question de l'extension de la durée de qualification.

Le programme industriel d'EDF pour poursuivre le fonctionnement des tranches après 40 ans consiste à démontrer le maintien de qualification des Matériels Qualifiés aux Conditions Accidentelles (MQCA) des matériels mécaniques et électriques ou à procéder soit à leur remplacement, soit à leur rénovation le cas échéant.

2.1 DEMARCHE POUR INSTRUIRE LE MAINTIEN DE QUALIFICATION MQCA

La qualification aux conditions accidentelles est un processus qui vise à apporter la garantie que les matériels sont aptes à remplir leurs fonctions de sûreté dans les situations accidentelles où ils sont nécessaires. Ce processus s'appuie :

- Pour chaque matériel, sur :
 - l'identification des requis de qualification,
 - la réalisation d'un programme de qualification basé sur des spécifications générales,
 - la mise en œuvre des dispositions nécessaires au maintien de qualification lors de la fabrication, du montage et de l'exploitation du matériel.
- Sur l'élaboration d'un ensemble documentaire rendant compte de la qualification de ces matériels et des conditions de maintien de cette qualification en exploitation.

Les EIPS susceptibles d'être concernés par la qualification sont principalement les matériels mécaniques non statiques, les matériels électriques et de contrôle commande, ainsi que les matériels susceptibles d'être concernés par une exigence relative à l'étanchéité.

Ils sont dénommés Matériels Qualifiés aux Conditions Accidentelles (MQCA) et doivent remplir des fonctions particulières dans les situations d'accident dans lesquelles ils sont requis, pour le domaine de dimensionnement ou le domaine complémentaire. En fonction de leur rôle, des exigences sont identifiées :

- exigence de qualification sismique,
- exigence de qualification à l'ambiance dégradée,
- exigence relative à l'étanchéité,
- exigences particulières : Rupture Tuyauteries Haute Energie, Eau Chargée.

Ces exigences sont déclinées en sollicitations physiques indiquées dans des spécifications à respecter par les matériels. Pour simplifier, un profil résumé de ces sollicitations physiques est souvent associé au matériel : profils K1, K2 ou profil K3.

La qualification des matériels aux conditions accidentelles a été établie en considérant une hypothèse de durée de vie de 40 ans. Cette hypothèse a été utilisée pour prendre en compte le vieillissement des composants dans la séquence de qualification initiale des matériels et peut devenir inférieure à la durée d'exploitation prévue pour l'équipement :

- soit parce qu'avec le temps, il devient nécessaire de la réviser à la hausse afin de prolonger la durée d'exploitation de l'équipement,
- soit parce que cette hypothèse de durée de vie de l'équipement est revue à la baisse du fait d'une cinétique plus rapide ou d'un environnement en exploitation plus sévère que ceux pris en compte lors de la qualification initiale, d'un retour d'expérience faisant apparaître de nouveaux mécanismes de vieillissement ou d'une évolution des connaissances scientifiques sur les phénomènes en cause.

Dans tous les cas, en conformité avec la norme internationale CEI/IEEE 60780-323 [Edition de février 2016 – Installations nucléaires – Equipements électriques importants pour la sûreté – Qualification], il est nécessaire d'appliquer un programme d'extension de la qualification dit « programme de qualification progressive », avant que la durée d'exploitation du matériel ne devienne supérieure à l'hypothèse de durée de vie prise en compte lors de la qualification initiale.

La qualification progressive peut faire appel à une ou plusieurs des six méthodes suivantes numérotées dans l'ordre de l'analyse, c'est-à-dire des questions à se poser successivement :

- Méthode 1 : analyse des conditions de la qualification initiale pour évaluer les conservatismes éventuels.
- Méthode 2 : comparaison des sollicitations et des conditions d'ambiance (température et irradiation) réellement subies par le matériel en exploitation, avec celles retenues en qualification. Cette comparaison peut conduire à une réévaluation de la durée de vie qualifiée, à partir des valeurs réelles en exploitation.
- Méthode 3 : suivi de paramètres de l'état du matériel ou de son fonctionnement en exploitation dans le cadre des essais périodiques, des contrôles ou des expertises. Ces paramètres doivent permettre de détecter une évolution du matériel qui serait préjudiciable à l'accomplissement de la mission requise en situation accidentelle ou sous sollicitation sismique. Il peut donc s'agir :
 - de mesures périodiques sur l'équipement (Méthode 3a), par exemple précision de la mesure, temps de réponse, ou mesure électrique comme la résistance d'isolement,
 - de l'expertise du matériel (Méthode 3b), visant à caractériser son état sur site.
- Méthode 4 : réduction des effets des conditions d'ambiance sur l'équipement. Deux méthodes sont envisageables pour réduire les effets des conditions d'ambiance :
 - modifier les conditions d'ambiance (méthode 4a). Il s'agit par exemple de climatiser un local afin de diminuer la température d'ambiance moyenne du local et ainsi augmenter la durée de vie des matériels qui y sont installés,
 - protéger ou déplacer un équipement (Méthode 4b). Il s'agit par exemple de protéger un matériel, par un écran, des radiations issues d'un point chaud afin de réduire la dose cumulée d'irradiation sur sa durée de vie, ou de déplacer l'équipement vers un environnement moins radiatif.

- Méthode 5 : extension de qualification de l'équipement, en le soumettant à une séquence de qualification par essai basée sur une hypothèse de durée de fonctionnement allongée. L'essai peut être pratiqué :
 - sur un matériel (ou éprouvette) installé en surnombre sur site (Méthode 5a),
 - sur un matériel prélevé sur site (essai sur prélèvement), de préférence lorsque son état de référence et les sollicitations qu'il a subies sont connus (Méthode 5b),
 - sur un matériel neuf (Méthode 5c).
- Méthode 6 : remplacement (Méthode 6a) ou rénovation (Méthode 6b), à titre de mesure préventive, de l'équipement dans son intégralité ou partiellement, à l'identique ou par des composants moins sensibles au vieillissement.

2.2 DECLINAISON DE LA DEMARCHE DE PERENNISATION DE QUALIFICATION MQCA

2.2.1 Matériels mécaniques

Pour les matériels mécaniques, la stratégie de qualification progressive repose sur :

- le remplacement des composants sensibles aux conditions radioactives, thermodynamiques et chimiques, en pratique les composants non métalliques, à une périodicité compatible avec la durée de fonctionnement prise en compte dans la qualification initiale,
- le contrôle des parties mécaniques, insensibles aux conditions accidentelles, par l'application des PBMP,
- le contrôle du maintien des performances par les essais périodiques.

La méthode de qualification progressive employée pour les matériels mécaniques est donc la méthode 6 appliquée aux composants sensibles.

Le programme de travail déployé par EDF prévoit que les stratégies de qualification aboutissent pour la TTS du 4^{ème} RP 900 pour les matériels mécaniques. Pour certains matériels, ces stratégies valorisent des remplacements complets ou partiels de composants, qui sont gérés au travers de vérifications complémentaires et remplacements lors d'actes de maintenance (via une prescription particulière de la DPN) ou de modifications d'ingénierie à déploiement local (PNRL).

Il est important de noter que suite à l'instruction du GP Orientations DDF (Durée De Fonctionnement) du 19 janvier 2012 un programme complémentaire d'expertises de MQCA mécaniques (pompes et appareils de robinetterie) a été mis en œuvre. Ce programme d'expertises vise à conforter la connaissance des mécanismes de vieillissement tels que décrits dans les FAV, et à vérifier l'absence de phénomènes qui n'auraient pas été pris en compte lors de la qualification initiale et dans le processus de maîtrise du vieillissement.

Ce programme d'expertise a été réalisé sur 3 pompes et 4 appareils de robinetterie. Les matériels expertisés ont été choisis de façon à couvrir différentes technologies et différents fournisseurs que l'on trouve sur les paliers 900 et 1300 MWe.

Ces expertises ont permis de vérifier que les mécanismes de vieillissement constatés sur la robinetterie et les pompes sont conformes à l'attendu et n'ont pas mis en évidence de nouveaux mécanismes de vieillissement. L'aptitude au service de ces appareils après 40 ans est confirmée moyennant la poursuite des actions de maintenance visant à remplacer périodiquement les composants non métalliques sensibles au vieillissement.

2.2.2 Matériels électriques

Pour les MQCA électriques et de contrôle-commande, la démarche de qualification progressive comporte deux phases :

- Une phase stratégique pour choisir la méthode. Elle se conclut par la rédaction de la Note de Stratégie de Qualification Progressive (NSQP), établie par famille de matériels et par catégorie de qualification (K1, K2, K3), sauf pour les câbles, les traversées électriques et les matériels de contrôle commande qui sont traités dans les DAPE composants,
- Une phase opérationnelle consistant à mettre en œuvre la méthode retenue (analyses, expertises, essais ou remplacements), puis à mettre à jour si besoin les documents du référentiel de qualification.

Concernant les matériels électriques, installés antérieurement au premier réexamen périodique, les stratégies ont été décrites dans les Dossiers d'Aptitude à la Poursuite d'Exploitation (DAPE) ou dans les Notes de Synthèse de Qualification Progressive (NSQP) associées à la famille de matériels concernée.

Ces documents peuvent faire appel à plusieurs types de méthodes pour le maintien de la qualification. En proportion:

- 40 % des méthodes appelées par les NSQP font appel au maintien de qualification par analyses, si cette démarche par analyse n'est pas conclusive alors EDF procède à des remplacements (méthodes 1, 2, 3a),
- 38 % des méthodes appelées par les NSQP font appel au maintien de qualification par prélèvements / expertises ou essais, si cette démarche par analyse n'est pas conclusive alors EDF procède à des remplacements (méthodes 3b ou 5),
- 22 % des méthodes appelées par les NSQP font appel au maintien de qualification par remplacements directs sans analyse ou essai préalable (méthodes 6a ou 6b).

Le bilan détaillé par typologie de matériels est présenté dans le tableau qui suit :

Typologie de matériel	Méthode de qualification	Conclusion
Contrôle commande		
Matériels du système de mesure de la puissance nucléaire (RPN)	Pour le site du Bugey, rénovation au 2 ^{ème} RP 900.	Extension de qualification acquise
Relayage du système de protection du réacteur (RPR et hors RPR)	Anticipation des essais sur certains matériels hors RPR (essais dits prospectifs), puis essais de matériels prélevés sur site sur tout le scope	Essais prospectifs : extension de qualification acquise sur les platines, les unités de polarisation et de bornes et certaines embases. Modifications engagées suite à des échecs en cours d'essais : <ul style="list-style-type: none"> - Remplacement des relais monostables TEC1804, TEC 1808 et Relais bistables Siemens V23003 (PNPE0215) - Evolution de la fonction RPR (PNPP0871) - Modifications en maintenance (DP333) : Relais de temporisation TEC MTI CACTA + joint G2 Résultats des autres essais : Extension de qualification acquise.
Matériels du système de régulation générale (KRG – SIP-P et SIP VI)	SIP-P BUGY : modules installés lors du deuxième réexamen périodique. Essais suite à prélèvements sur site des racks et armoires	Résultats des essais : Extension de qualification acquise.
Armoires de mesure de radioprotection (KRT)	Modules de comptages non d'origine	Extension de qualification acquise.
	Racks, connectique, filerie interne, borniers prélevés et expertisés + essais de qualification complémentaire (notamment tenue au séisme) Expertise du reste des armoires (structure mécanique et raccordements électriques)	Extension de qualification acquise
	Câbles composites : étude de la composition des matériels, analyse du REX, expertises menées <i>in-situ</i> ou en laboratoire sur des échantillons de câbles vieilliss sur site.	Extension de qualification acquise
Ebulliomètre KPS	Matériels non d'origine = atteinte des 40 ans entre les 4 ^{ème} et 5 ^{ème} VD : prélèvement lors du 4 ^e RP 900 et essais	Extension de qualification non synchronisée au 4 ^{ème} RP 900. Prélèvement sur Fessenheim et essais programmés entre 2021 et 2023.
Gestionnaires d'alarmes en salle de commande (KSC)	Prélèvement et essais Remplacement direct de certains composants : relais RT et RK	Extension de qualification acquise Remplacement des relais RT et RK des armoires KSC de BUG (PNPE0149)
Matériels de la salle de commande	Prélèvements de matériels caractéristiques de ceux installés sur les pupitres pour essais (prélèvement des pupitres entiers impossible) Remplacement direct de certains composants : klaxons	Résultats des essais : extension de qualification acquise sauf pour les matériels objets des modifications ci-dessous. Modifications déjà engagées suite à des échecs en cours d'essais : <ul style="list-style-type: none"> - remplacement des indicateurs verticaux et des enregistreurs en SDC (PNPE0225) - remplacement des klaxons en SDC (PNRL0831)
Câbles	Prélèvements et expertises de câbles K1, K3 de différentes natures	Extension de qualification acquise

Typologie de matériel	Méthode de qualification	Conclusion
Traversées électriques	Analyse des fondamentaux : conservatismes de la qualification initiale, surveillance prévue dans les PBMP, études durée de vie (REX international, l'état des connaissances de base sur les matériaux, les particularités technologiques et les contraintes environnementales faibles vues par des traversées électriques)	Extension de qualification acquise
Matériels d'instrumentation		
Lignes de température RIC K1	Mixte entre les méthodes : - Expertise - Comparaison aux sollicitations d'ambiance réellement subies en exploitation	Extension de qualification acquise pour les lignes température RIC jusqu'aux arrêts VD5, sauf pour les connecteurs TIA499/6149 qui ont été mis en place dans les années 1990 et pour lesquels des gestes de qualification restent à entreprendre avant les arrêts VD5
Sondes de température à résistance de platine K1	Conservation des sondes DT108, installées récemment	Extension de qualification acquise Modifications en maintenance (DP333) : remplacement des sondes DT38
Transmetteurs de pression BIBLOC	Essais suite à prélèvements	Extension de qualification acquise
Transmetteurs de type AMC TE	Exploitation du REX et conception intrinsèque robuste des matériels	Extension de qualification acquise
Débitmètres électromagnétiques Flumag / optiflux	Flumag : analyses Optiflux : qualification datant de 2007 et matériels installés depuis cette date	Extension de qualification acquise
Capteurs de pression 8000	Analyses basées sur le suivi de paramètres de l'état du matériel ou de son fonctionnement en exploitation dans le cadre des essais périodiques.	Extension de qualification acquise
Chaînes neutroniques (CNI, CNS et CNP)	Remplacement des chaînes dans le cadre de l'affaire AFT16.05 La modification PNPP0946 garantit des températures acceptables pour les chaînes neutroniques CNI en situation de perte de la ventilation forcée du puits de cuve.	Extension de qualification acquise
Chaînes de mesure de radioprotection (KRT) – Haut Flux Gamma	Intérieur BR : Conception des chaînes principalement métalliques et Essai Périodiques □ Analyse Extérieur BR : Rénovation	Extension de qualification acquise Rénovation chaîne KRT haut flux gamma BR (PNPE0171)
Chaînes de mesure de radioprotection (KRT) – haute activité Puisards et activité RIS	Analyses basées sur l'âge réel des matériels installés, leur taux d'utilisation, les sollicitations et conditions d'ambiance réellement subies par les matériels en exploitation depuis leur installation ainsi que celles retenues en hypothèse d'ambiance dégradée	Extension de qualification acquise

Typologie de matériel	Méthode de qualification	Conclusion
Chaînes de mesure de radioprotection (KRT) – Chaînes Air Soufflé en Salle de Commande	Remplacement direct des chaînes	Rénovation chaîne KRT (PNPP0947)
Autres Chaînes KRT	Remplacements réalisés par les modifications matérielles PNPP0442, PNPP0485 – projet PIT 3 900, et PNPP0483 – projet Obsolescence	Extension de qualification acquise
Détecteurs de niveau	TCEM NA45F3 – Bugey : Remplacement à l'identique (DP333)	Extension de qualification acquise
Détecteurs de niveau Transmetteurs de pression Sonde hydrostatique	Qualification récente Détecteurs de niveau ANV Houdec, qualifié en 2006 et installé postérieurement à cette date Transmetteurs de pression Fuji, qualifié en 2009 et installé postérieurement à cette date Sonde hydrostatique BAUMER qualifiée en 2010 et installé postérieurement à cette date	Extension de qualification acquise
Détecteurs de niveau TCEM Thermostats / Manostats GEORGIN / BAUMER	Analyse : éléments de REX (essais et contrôles périodiques) positifs et comparaison de la qualification initiale aux sollicitations réelles	Extension de qualification acquise
Contrôleurs de débit HOUEDEC CCB 311	Expertise sur des matériels prélevés sur site	Extension de qualification acquise
Fin de course Petercem	Essais suite à prélèvements sur site	Extension de qualification acquise pour tous les types de fins de course pour le Palier CP0 Bugey
Connectique – liaisons / câbles coaxiaux		
Liaisons coaxiales RPN K1 et K2	Allonges minérales CNI K1 de fabrication RCCN et bretelles minérales CNS K2 de fabrication PHOTONIS : remplacement avant l'atteinte des 40 ans d'exploitation par des liaisons triaxiales de fabrication RCCN (Dossier de modification PNPP0842- modification Projet Performance)	Extension de qualification acquise
	Bretelles minérales CNP K2 de fabrication PHOTONIS : analyse de la nature des matériaux constitutifs (métalliques et minéraux) et de la possibilité de réparation de la gaine externe	Extension de qualification acquise
	Allonges organiques K2 : utilisation des résultats des études R&D de durée de vie effectuées sur les câbles IEG du palier 900 Mwe, couplée à une expertise	Extension de qualification acquise
	Cas spécifique du site du Bugey : installation récente (après 2011)	Extension de qualification acquise

Typologie de matériel	Méthode de qualification	Conclusion
Matériels de connectique, qualifiés K1 et K2 (et couvrant le K3)	Prélèvements et expertises	Extension de qualification acquise
Prises Elastimold, équipant les moteurs HTA RRA	Remplacement : suite de l'AnP94/001	Extension de qualification acquise
Actionneurs de robinetterie		
Servomoteurs	Remplacement des servomoteurs K1 avant les arrêts VD4 qui n'ont pas été remplacés dans la campagne de remplacement liée à l'affaire AI001.001	Extension de qualification acquise
	Matériels K2, K3 : essais, suite à des prélèvements	Extension de qualification acquise
Electrovannes	Type MB et MT ont été remplacées par une modification matérielle déployée au cours du 3 ^e RP 900 (PNRL0035)	Extension de qualification acquise
	Essais suite à prélèvements sont en cours sur les électrovannes de type V301 (K1/K2) et les électrodistributeurs de type MT/M2T (K2).	Résultats des essais : Extension de qualification acquise pour une partie des modèles Nécessité de remplacement des modèles MT/M2T K2/K3 à 40 ans (échéance postérieure aux 4 ^{èmes} réexamens périodiques), à étudier dans le cadre du cinquième réexamen périodique
Motorisations HTA et BT		
Moteurs HTA	Démonstration par analyse. Moteurs RRI et RCV rénovés	Extension de qualification acquise
Moteurs BT	Prélèvements et essais sur une sélection de moteurs installés sur site et représentatifs	Extension de qualification non acquise sur certains modèles. Modification engagée : PNRL0845 « remplacement de moteurs BT »
Distribution électrique		
Tableaux HTA (Lhi/Lgi – Distribution 6,6 kV secouru et non secouru)	Réalisation d'essais et/ou des expertises sur des parties fixes et mobiles prélevées sur site	Extension de qualification acquise sauf sur certains composants des tableaux. Modifications en maintenance (DP333) : remplacement fusibles MGK, mise en place de fixation, contrôles particuliers
	Chaîne de protection : prélèvements et essais	Extension de qualification non acquise sur certains composants des tableaux. Modifications en maintenance (DP333) : remplacement des relais de protection temporisés ICE-TT7111 et des relais de protection TMV110m

Typologie de matériel	Méthode de qualification	Conclusion
Tableaux Sources (Lai (230 V cc), Lbi (125 V cc), Lci (48 V cc), Ldi (30 V cc) et Lni (220 V ca ondulé) avec des spécificités pour Bugey qui ne dispose pas de tableau 30 Vcc	Bugey – Tableau T140 : 40 ans non atteint lors du quatrième réexamen périodique	Extension de qualification acquise
	Bugey – Tableau P6 : Remplacement au plus tard lors de l'arrêt VD4	Remplacement des composants sensibles (PNPE0127 et PNPP0274)
Tableaux BT	Essais et/ou des expertises sur des matériels prélevés sur site	Extension de qualification non acquise sur certains composants des tableaux Modification(s) déjà engagée(s) suite à des échecs en cours d'essais : - PNPE0226 : remplacements des contacts auxiliaires sur les T12. - Modifications en maintenance (DP333): remplacement de tiroirs contacteurs
	Relais de protection : prélèvements et essais	Extension de qualification acquise jusqu'à VD4 + 5 ans. Essais en cours pour étendre au-delà. Modifications en maintenance (DP333) : remplacement des relais de protection TMV111m sur Bugey
Transformateurs HTA / BT et BT / BT (Bugey)	Remplacement d'équipement	Remplacement des transformateurs BT / BT du site du Bugey (PNPE0150).
Armoires et coffrets de distribution		
Tableaux IAAR	Essais et expertises des éléments sensibles prélevés sur site	Extension de qualification acquise
Armoires auxiliaires des groupes électrogènes diesels	Remplacement des équipements (contacteurs d'excitation)	Extension de qualification acquise par le remplacement des contacteurs d'excitation (PNPE0122)
Armoires auxiliaires des turboalternateurs de secours (LLS)	Installées après la mise en service industrielle des tranches du Palier 900 Mwe (à partir de 1984).	Extension de qualification acquise jusqu'en 2024. Remplacement des composants sensibles prévu avant cette échéance (PNPE0148).
Eclairage de sécurité de la SdC	Remplacement des équipements	Extension de qualification acquise par le remplacement (PNPE0132)
Convertisseurs (onduleurs et redresseurs)	Bugey : onduleurs qualifiés installés à partir de 1999	Extension de qualification acquise
	Autres matériels : plusieurs méthodes de qualification progressive sont mises en œuvre de manière simultanée. Remplacement de certains redresseurs réalisé dans le cadre de la modification matérielle PNPP0434.	Extension de qualification acquise pour VD4 + 5 ans. Des essais sont en cours pour étendre la qualification au-delà. Modifications en maintenance (DP333) : contrôle et remplacement des composants sensibles

Typologie de matériel	Méthode de qualification	Conclusion
Résistances et traçages électriques	REX satisfaisant et expertises sur site	Extension de qualification acquise sous réserve de maintenance particulière Modifications en maintenance (DP333) : contrôle et remplacement de résistances et cordons chauffants
Batteries d'accumulateurs	Mesures périodiques et remplacement dans le cadre de la maintenance pratiquée depuis l'origine sur ces équipements	Extension de qualification acquise

Partie spécifique à la tranche 3 du CNPE du Bugey

Spécificités de la tranche

La tranche 3 du CNPE du Bugey ne présente pas de spécificité vis-à-vis de l'état Palier.

Bilan de l'état de la tranche

Les modifications :

- PNRL0035 « Remplacement des électrovannes K1 MB & BT et des fins de courses »,
- PNRL0831 « Remplacement des klaxons en salle de commande »,
- PNPE0149 « Remplacement des relais RK et RT des armoires KSC (instrumentation salle de commande) »,
- PNPE0225 « Remplacement des indicateurs verticaux et des enregistreurs en salle de commande »,
- PNPP0274 « Traitement de l'obsolescence des relais de protection installés sur les tableaux de type P6 »,
- PNPP0434 « Remplacement des redresseurs du tableau d'alimentation en 48 V (LCC) »,
- PNPP0442 « Fiabilisation et suffisance des mesures d'activité KRT »,
- PNPP0483 « Obsolescence des chaînes KRT »,
- PNPP0871 « Evolution du système RPR (système de protection réacteur) : mise à niveau, densification... »,
- PNPP0947 « Rénovation des chaînes de mesure de radioprotection KRT »,

ont été intégralement réalisées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey. Les impacts documentaires de ces modifications ont été pris en compte.

Les modifications :

- PNRL0845 tome A « Remplacement de moteurs BT »,
- PNPE0122 « Maintien de Qualification des armoires des groupes électrogènes de secours »,
- PNPE0127 « Remplacement composants sensibles tableaux sources P6 »,
- PNPE0132 « Remplacement matériels éclairage de sécurité salle de commande »,
- PNPE0150 « Remplacement des transformateurs BT »,
- PNPE0215 « Remplacement des relais TEC 1804/1808 et SIEMENS V23003 »,
- PNPE0226 « Remplacement des contacts auxiliaires des contacteurs des tableaux T12 »,
- PNPP0946 « Ajout d'un registre sur la gaine de ventilation puits de cuve »,

sont en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900. Les impacts documentaires de ces modifications seront également pris en compte.

Concernant la modification PNPP0842 « Mise en place des allonges et bretelles triax des CNI-KI et CNS associées », seules les bretelles organiques K2 des CNS situées dans le puits de cuve ont été remplacées au titre du maintien de la qualification. Les allonges minérales K1 des CNI sont qualifiées 40 ans et ont été remplacées dans la fin des années 90.

Le solde des travaux de la modification PNPP0485 « Fiabilisation des chaînes KRT VVP/N16 » sera déployé dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche 3 du CNPE du Bugey prévue au plus tard lors du 2^{ème} arrêt suivant l'arrêt VD4.

La modification PNPE0148 « Remplacement des composants sensibles des armoires et coffrets de distribution du système LLS », sera déployée dans le cadre d'une programmation spécifique avec une intégration sur la tranche 3 du CNPE du Bugey prévue au plus tard lors du 2^{ème} arrêt suivant l'arrêt VD4.

La modification PNPE0171 « Rénovation chaîne KRT haut flux gamma BR » sera déployée sur la tranche 3 du CNPE du BUGEY dans le cadre de la phase B des modifications du 4^{ème} RP 900.

Enfin les modifications en maintenance au titre de la DP333 sont en cours de déploiement sur la tranche 3 du CNPE du Bugey avec un solde d'intégration dans le cadre de la phase A des modifications du 4^{ème} RP 900. Les impacts documentaires de ces modifications seront également pris en compte.

2.3 CONCLUSION

Le maintien de la qualification aux conditions accidentelles fait l'objet d'une démarche basée sur plusieurs méthodes de justification allant de l'analyse du dossier au remplacement, en passant par le prélèvement pour essais et expertises. Le résultat de cette démarche graduée et exhaustive amène à un nombre significatif de travaux et permet de garantir l'extension de durée de vie qualifiée au-delà du 4^{ème} Réexamen Périodique.

CONCLUSION

Conformément à l'article L.593-18 du code de l'environnement, EDF réalise des réexamens périodiques de ses réacteurs tous les dix ans afin « *d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables et d'actualiser l'appréciation des risques ou inconvénients que l'installation présente pour les intérêts mentionnés à l'article L.593-1, en tenant compte notamment de l'état de l'installation, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances, dont celles sur le changement climatique et ses effets, et des règles applicables aux installations similaires. Cette appréciation des risques tient compte des conséquences du changement climatique sur les agressions externes à prendre en considération dans le cadre de celle-ci* ».

Le réexamen porte d'une part sur la conformité aux règles applicables et d'autre part sur la réévaluation des risques et l'appréciation des inconvénients que l'INB présente pour les intérêts protégés : la sécurité, la santé et la salubrité publique ou la protection de la nature et de l'environnement (article L.593.1 du code de l'environnement).

L'ensemble des nouvelles dispositions prises par EDF pour répondre aux objectifs visés et aux demandes formulées par l'ASN s'intègre dans un programme industriel de grande ampleur tenant compte des impacts induits pour les hommes et les organisations en place sur les sites nucléaires.

Les conclusions d'EDF sur les 3 volets « *Risques* », « *Inconvénients* », « *Poursuite du fonctionnement après 40 ans* » sont synthétisées ci-après. Elles ont été examinées en 2020 dans le cadre du Groupe Permanent pour les Réacteurs clôturant la phase générique du 4^{ème} Réexamen Périodique. A l'issue de cette phase générique, et après consultation du public, l'ASN a pris position sur les dispositions prévues par EDF en réponse aux objectifs du réexamen ; elle a émis (décision n° 2021-DC-0706 modifiée par la décision n° 2023-DC-774) des prescriptions génériques encadrant les améliorations majeures prévues par EDF et introduisant des dispositions supplémentaires considérées comme nécessaires par l'ASN. EDF présentera chaque année les dispositions mises en œuvre au cours de l'année précédente, ainsi que celles qui restent à effectuer et leur programmation.

❖ Volet Risques

Le 4^{ème} RP 900, conformément à ses objectifs initiaux, a permis de vérifier la conformité de la tranche n° 3 du CNPE du Bugey vis-à-vis du référentiel des exigences applicables en entrée de réexamen, puis de prendre en compte dans ce référentiel de nouvelles exigences d'un niveau très supérieur aux exigences antérieures. Vis-à-vis de ces nouvelles exigences, EDF s'est assurée que les marges prises à la conception permettaient à l'installation d'y répondre et dès que nécessaire, a pris des dispositions pour permettre à l'installation et aux organisations d'y répondre.

Les processus mis en œuvre dans ce cadre permettent de garantir que les installations sont conformes au référentiel d'exigences applicable lors de la divergence faisant suite à l'arrêt pour Visite Décennale qui constitue une étape importante du réexamen périodique visé par l'article L.593-18 du code de l'environnement.

La Visite Décennale de la tranche n° 3 du CNPE du Bugey étant toujours en cours à la date de finalisation du présent RCR, un certain nombre d'activités restent à réaliser d'ici la fin de la 4^{ème} Visite Décennale.

Conformément à la Décision ASN n°2014-DC-0444 « Arrêt et redémarrage des réacteurs » du 15 juillet 2014, l'ensemble de ces éléments sera transmis à l'ASN dans le cadre du dossier accompagnant la demande d'accord mentionnée à l'article 2.4.1 de l'annexe à cette décision.

Sur le plan de la conformité :

- Le processus de traitement des écarts ayant un impact sur la sûreté a permis d'analyser et de planifier le traitement avant la divergence faisant suite à la Visite Décennale l'ensemble de ces écarts à l'exception de 6 écarts pour lesquels des dispositions compensatoires ont été déployées afin d'en éliminer la nocivité dans l'attente de sa résorption.
- La majorité des contrôles ECOT et compléments ECOT a été réalisée. Les contrôles restants seront réalisés avant la divergence de la visite décennale du réacteur n° 3 actuellement en cours. Les anomalies détectées sont analysées, justifiées et/ou réparées avant la divergence de la visite décennale.
- Les revues des systèmes ont été menées et les actions issues de ces revues ont été déclinées sur le réacteur n° 3 du CNPE du Bugey ou seront déclinées conformément aux prescriptions émises par l'ASN au vu des conclusions de la phase générique du 4^{ème} réexamen périodique 900 MWe.
- Les événements ayant fait l'objet de la déclaration d'un ESS de niveau supérieur ou égal à 1 sur l'échelle INES ou d'un ESE relatif au confinement liquide sont tous résorbés à l'exception d'un ESS pour lequel des dispositions ont été mises en œuvre pour éliminer la nocivité ou maîtriser son impact sur la sûreté et dont le traitement pérenne est planifié et un ESE relatif au confinement liquide pour lequel les actions curatives sont en cours conformément à l'échéancier établi.

Compte-tenu des dispositions prises dans le cadre du 4^{ème} RP 900, EDF répond aux objectifs de la réévaluation de sûreté pour les réacteurs du Palier CPO Bugey :

- Pour les accidents sans fusion du cœur, les dispositions prises permettent de respecter les critères de sûreté des études d'accidents et de tendre vers des niveaux de conséquences radiologiques ne nécessitant pas la mise en œuvre de mesures de protection pour la population. De plus, ces dispositions permettent de répondre aux enjeux de sûreté liés à la prise en compte des conditions de fonctionnement et délais opérateur du référentiel déterministe de conception du réacteur EPR de Flamanville 3. Les études probabilistes de sûreté de niveau 1 montrent une amélioration globale du résultat vis-à-vis du précédent réexamen ;
- Pour les agressions, les dispositions prises permettent de s'assurer de la robustesse des installations à des niveaux d'agression réévalués à l'occasion du réexamen ainsi qu'aux préconisations internationales en plaçant les installations au niveau des standards européens les plus avancés pour les réacteurs existants. De plus, les études probabilistes de sûreté de niveau 1 associées ont permis de vérifier la robustesse des installations en estimant un risque de fusion du cœur de l'ordre de quelques 10^{-5} / année.réacteur ;
- Pour la piscine combustible les dispositions prises permettent de rendre le risque de découverture des assemblages de combustible lors de vidanges accidentelles et de perte de refroidissement extrêmement improbable. La mise en place d'un moyen mobile de refroidissement permet de diversifier la source froide et de renforcer le volet restauration du refroidissement de la piscine combustible en situation d'ébullition, ce qui permet de rapprocher le design des réacteurs du Palier CPO Bugey de celui des réacteurs de type EPR de Flamanville 3 ;
- Pour les accidents avec fusion du cœur, les dispositions prises, notamment les dispositions Noyau Dur, permettent de rendre le risque de rejets précoces et importants extrêmement improbable et d'éviter les effets durables dans l'environnement. Le Noyau Dur s'appuie sur des Structures, Systèmes et Composants ainsi que sur des dispositions organisationnelles mises en place par EDF dans le cadre des moyens déployés sur le Parc de manière pérenne suite à l'accident de Fukushima.

Concernant les risques conventionnels, les études effectuées sur le CNPE du Bugey démontrent que ces risques sont maîtrisés vis-à-vis des intérêts protégés.

❖ Volet Inconvénients

Le CNPE du Bugey est organisé afin d'assurer la maîtrise de sa conformité aux règles qui lui sont applicables : la première partie de ce volet inconvénients montre que le CNPE met en œuvre des dispositions pour maîtriser les inconvénients qu'il présente pour les intérêts protégés.

L'actualisation de l'appréciation des inconvénients que le CNPE du Bugey présente pour les intérêts protégés montre que, au vu des enjeux environnementaux et des contraintes locales du CNPE, ses performances environnementales globales permettent de considérer l'ensemble des dispositions mises en œuvre comme équivalentes aux Meilleures Techniques Disponibles.

L'analyse de l'ensemble des données de la surveillance chimique, écologique et radiologique de l'environnement au voisinage du site ne révèle pas d'impact perceptible du site du Bugey sur le milieu, hormis un léger effet de la température au droit de la station de suivi hydro-écologique, pour lequel le calcul d'échauffement indique qu'il est fortement atténué après brassage des eaux.

L'analyse des données de la surveillance chimique et radiologique des eaux souterraines du site ont montré des marquages radiochimiques sur la période de référence du 4^{ème} RP 900. Ces marquages ont fait l'objet de la déclaration d'Événement Significatifs pour l'Environnement et d'investigations complémentaires. Les actions correctives mises en place par l'exploitant ont conduit à une réduction significative des concentrations à la fin de la période de référence de l'état des sols du CNPE du Bugey.

Concernant la gestion des colis de déchets, le site du Bugey est organisé pour assurer la maîtrise du reconditionnement des colis de déchets.

L'analyse du réexamen des limites de rejets des substances réglementées met en évidence la compatibilité des limites de rejets des substances mentionnées dans le code de l'environnement, avec les besoins d'exploitation des tranches.

L'analyse des mesures acoustiques réalisées montre que les niveaux sonores du site permettent de respecter les objectifs fixés par l'article 4.3.5 de l'arrêté du 7 février 2012 modifié.

Ainsi, le quatrième réexamen périodique de la tranche 3 du CNPE du Bugey permet de conclure que les dispositions organisationnelles et matérielles mises en place par l'exploitant permettent d'assurer la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement, vis-à-vis des inconvénients.

❖ Volet Poursuite du fonctionnement

Le programme de maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence mené à l'occasion du 4^{ème} RP est basé sur les actions de R&D et de suivi en service des équipements menés de longue date. Lors de l'arrêt VD4, des examens approfondis des matériels et structures ont été réalisés afin de vérifier leur aptitude à la poursuite en exploitation.

Le programme de maîtrise de la qualification des Matériels Qualifiés aux Conditions Accidentelles (MQCA) des matériels mécaniques et électriques permet de démontrer le maintien de cette aptitude au-delà du 4^{ème} Réexamen Périodique.

Sur la base de ces programmes, le réexamen conclut que la tranche 3 du CNPE du Bugey est apte à poursuivre son fonctionnement après 40 ans.

Le présent rapport montre que l'ensemble des dispositions mises en œuvre lors du 4^{ème} Réexamen Périodique du Palier CP0 Bugey, qui a démarré avec l'arrêt VD4 et qui se poursuivra par le déploiement de la phase B et de la phase « Compléments » permet à la tranche 3 du CNPE du Bugey de garantir une protection adéquate des intérêts mentionnés à l'article L.593-1 du code de l'environnement.

La remise du présent rapport aux Ministres chargés de la sûreté nucléaire et à l'Autorité de Sûreté Nucléaire satisfait à l'obligation de réexamen périodique de ce réacteur, conformément à l'article L.593-62 du code de l'environnement.

ANNEXE

Cette annexe liste les modifications matérielles appelées dans ce document et le ou les thèmes auxquels les modifications sont rattachées.

Modifications déjà déployées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey		
Numéro	Intitulé	Thème
LLBU2583	Correction de by-pass de la Protection Volumétrique	Agressions (inondation externe)
LLBU2625	Amélioration du dispositif de rétention au droit de la zone d'entreposage de l'ECOPOL	Examen de conformité
PNPE0032 tome A	Inondation interne – Dévoisement des tuyauteries SHW et SVA, installation de cadres anti-fouettement et remplacement de coffrets électriques	Agressions (inondation interne)
PNPE0032 tome B	Inondation interne - Extension de périmètre électrique	Agressions (inondation interne)
PNPE0048 tome C	Robustesse au séisme majoré de sureté des Clapets Coupe-Feu	Agressions (incendie)
PNPE0055	Tenue au séisme majoré de sûreté des dispositions de protection contre l'incendie - réseaux JPD et ancrages JPC	Agressions (incendie)
PNPE0065	Amélioration du confinement de l'aire de dépotage des bâches à fioul	Examen de conformité
PNPE0118	Renforcement sismique de la ventilation des locaux batteries	Agressions (explosion) Dispositions Noyau Dur
PNPE0131	Densification de l'architecture électrique des chemins de câbles contrôle-commande et puissance	Revue des systèmes
PNPE0144 tomes A et B	Protections de l'îlot conventionnel vis-à-vis de l'inondation interne	Agressions (inondation interne)
PNPE0149	Remplacements des relais RK et RT des armoires KSC (instrumentation salle de commande)	Maintien de la qualification aux conditions accidentelles
PNPE0163	Protection inondation interne – création de siphons de sol dans le local LHA	Agressions (inondation interne) Accidents avec fusion
PNPE0165	Protection contre les Projectiles Générés par Grand Vent (PGGV)	Agressions (PGGV)
PNPE0166	Ajout d'une architecture électrique permettant la substitution du Diesel d'Ultime Secours par le Diesel d'Ultime Secours de la tranche voisine	Accidents sans fusion
PNPE0186	Calorifugeage et traçage électrique en station de déminéralisation	Agressions (Grands Froids)
PNPE0225	Remplacement des indicateurs verticaux et enregistreurs en salle de commande	Maintien de la qualification aux conditions accidentelles
PNPE0238	Augmentation de la tenue au séisme des bâches à fioul pour les séismes supérieurs au SMS par ajout de butées longitudinales	Agressions (séisme)
PNPE0294	Résorption écart de conformité SEB NORIA	Revue des systèmes

Modifications déjà déployées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey		
Numéro	Intitulé	Thème
PNPE0303	Remplacement des capteurs de débit de la cheminée des BAN	Inconvénients
PNPP0012	Modification et reconstruction des parcs à gaz SGZ pour mise en conformité avec le référentiel Explosion Interne	Agressions (explosion)
PNPP0274	Traitement de l'obsolescence des relais de protection installés sur les tableaux de type P6	Maintien de la qualification aux conditions accidentelles
PNPP0289	Redimensionnement du casse-siphon situé sur la ligne de refoulement du système de refroidissement de la piscine combustible	Piscine combustible Dispositions Noyau Dur
PNPP0371	Fiabilisation de l'isolement des barrières thermiques GMPP	Accidents sans fusion
PNPP0397	Création de l'alarme H1 de site et modification du seuil de l'alarme H1 de tranche	Revue des systèmes
PNPP0401	Mise en place d'un second joint statique sur les batardeaux de la piscine du bâtiment réacteur	Piscine combustible
PNPP0402	Fermeture automatique vanne PTR 001 VB sur NTB piscine désactivation	Piscine combustible Dispositions Noyau Dur
PNPP0403	Motorisation de la vanne du tube de transfert	Piscine combustible
PNPP0434	Remplacement des redresseurs du tableau d'alimentation en 48 V (LCC)	Maintien de la qualification aux conditions accidentelles
PNPP0442	Fiabilisation et suffisance des mesures d'activité KRT ³⁵	Maintien de la qualification aux conditions accidentelles
PNPP0474	Mesure de pression accumulateurs RIS Gamme large	Piscine combustible
PNPP0483	Obsolescence des chaînes KRT	Maintien de la qualification aux conditions accidentelles
PNPP0543	Mise en place de système de conditionnement d'air pour les stations de pompage de Bugey	Agressions (PGGV)
PNPP0546	Pérennisation d'auscultation EAU vis-à-vis du DAO	Accidents sans fusion
PNPP0549	Mise en position sûre d'un assemblage combustible	Piscine combustible Dispositions Noyau Dur
PNPP0631	Renforcement des hublots des sas du Bâtiment Réacteur	Accident avec fusion Dispositions Noyau Dur
PNPP0666	Diesel d'ultime secours	Piscine combustible Accident avec fusion Dispositions Noyau Dur
PNPP0675	Protection contre l'inondation externe par déversement direct sur la plate-forme	Agressions (inondation externe) Dispositions Noyau Dur
PNPP0679 tome A	Renforcement sismique des mesures de niveau TOR (NB, NTB) de la piscine combustible	Piscine combustible

³⁵ Toutes les chaînes de mesure d'activité KRT présentant un requis au titre de la pérennité de la qualification ont été remplacées.

Modifications déjà déployées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey		
Numéro	Intitulé	Thème
PNPP0714	Source d'eau de l'appoint Noyau Dur	Accidents sans fusion Piscine combustible Dispositions Noyau Dur
PNPP0720	Mise en place de capteur niveau aval filtration avec déclenchement des pompes de production pour être robuste à l'agression « arrivée massive de colmatant »	Agressions (source froide)
PNPP0723	Mise en place de recirculation hivernale pour les sites non robustes en situation de frasil	Agressions (source froide)
PNPP0764	Traitement des puisards des descentes d'eaux pluviales des diesels	Agressions (inondation externe)
PNPP0780	Automatisation de vannes de vidange piscine BR	Revue des systèmes Piscine combustible Dispositions Noyau Dur
PNPP0842	Mise en place des allonges et bretelles triax des CNI-KI et CNS associées	Maintien de la qualification aux conditions accidentelles
PNPP0864 tome B	Réalimentation de la bache du système d'Alimentation de secours des Générateurs de Vapeur ASG par les systèmes de protection incendie JP*	Accidents sans fusion
PNPP0870	Renforcement de la tenue du dispositif de décompression-filtration de l'enceinte au séisme de niveau SMHV	Accident avec fusion
PNPP0871	Evolution du système RPR (système de protection réacteur) : mise à niveau, densification...	Maintien de la qualification aux conditions accidentelles
PNPP0883	Protection rapprochée haute du Noyau Dur contre l'inondation externe	Agressions (inondation externe) Dispositions Noyau Dur
PNPP0898	Renforcements du pont polaire au séisme Noyau Dur	Dispositions Noyau Dur
PNPP0907 ³⁶	Création d'un système de refroidissement mobile diversifié PTR bis	Piscine combustible Dispositions Noyau Dur
PNPP0926 volet A	Asservissement de coupure de la chaîne KRT sur détection KHY en gaine de ventilation	Agressions (explosion)
PNPP0926 volet B	Ajout de détecteur hydrogène dans les locaux batteries	Agressions (explosion)
PNPP0950	Installation de faux plancher dans les locaux de relayage	Revue des systèmes
PNPP0951	Mise en place des parafoudres	Agressions (IEM externes)
PNPP0972	EAS ND – Source Froide Mobile – Réalisation de poteaux d'arrimage des groupes de pompage de la source froide Noyau Dur	Accident avec fusion Dispositions Noyau Dur
PNRL0035	Remplacement des électrovannes K1 MB & BT et des fins de courses	Maintien de la qualification aux conditions accidentelles
PNRL0831	Remplacements des klaxons en salle de commande	Maintien de la qualification aux conditions accidentelles

³⁶ Tous tomes sauf tome I

Modifications déjà déployées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey		
Numéro	Intitulé	Thème
PNRL0835	Mise à jour des paramètres de calcul de suivi automatique d'encrassement des échangeurs RRI/SEC (système de refroidissement / eau brute secourue)	Agressions (Grands Chauds)
PNRL0841	Modification PGGV Bugey	Agressions (PGGV)
PNRL0844	Aménagement spécifique de site pour la source froide : rampes d'accès à la source froide	Accident avec fusion Dispositions Noyau Dur
PNRL0846	Suppression des risques de bypass de la protection volumétrique en station de pompage	Agressions (inondation externe)
PNRL0901	Recalage des seuils Niveau Très Bas (NTB) des bâches ETSU (SER)	Revue des systèmes
PNRL0916	Remplacement des coffrets PTR001 et 003CR	Revue des systèmes
PNRL0922	Traitement des by-pass de la protection volumétrique	Agressions (inondation externe)
PNRL0924	Mise à la terre des gaines de ventilation	Agressions (explosion)
PNRL0929	Tenue du détecteur de débit EAS074SD à l'accident avec fusion du cœur	Accident avec fusion
PNRL0952	Amélioration du dispositif de confinement W1	Examen de conformité
PNRL0962	Sectorisation station de pompage	Agressions (incendie)
PNXX0372	Mise en place d'extensomètres en extradors de la paroi précontrainte du BR	Accidents sans fusion
PNXX0721	Fiabilisation de la commande des soupapes du pressuriseur	Accident avec fusion Dispositions Noyau Dur
PNXX0746	Détection percée cuve et fonctionnement recombineur hydrogène par température élevée	Accident avec fusion
PNXX0752	Mesure de niveau analogique piscine BK	Piscine combustible

Modifications dont le déploiement sera soldé sur la tranche n°3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase A du 4 ^{ème} RP 900		
Numéro	Intitulé	Thème
PNPE0044	Ré-affectation de départs sur les tableaux LL	Revue des systèmes
PNPE0068	Mise en place d'une distribution électrique Noyau Dur	Accidents sans fusion Accident avec fusion Dispositions Noyau Dur
PNPE0073	Mise en place d'un contrôle commande Noyau Dur pour les matériels existants	Accident avec fusion Dispositions Noyau Dur
PNPE0122	Maintien de qualification des armoires des groupes électrogènes de secours	Maintien de la qualification aux conditions accidentelles
PNPE0127	Remplacement composants sensibles tableaux sources P6	Maintien de la qualification aux conditions accidentelles
PNPE0128	Mesures de niveau « Tout ou Rien » en piscine réacteur	Piscine combustible Dispositions Noyau Dur
PNPE0132	Remplacement matériels éclairage de sécurité salle de commande	Maintien de la qualification aux conditions accidentelles
PNPE0141	Augmentation débit des vannes réglantes VCD-a	Accidents sans fusion
PNPE0150	Remplacement des transformateurs BT	Maintien de la qualification aux conditions accidentelles
PNPE0152	Substitution de l'alimentation électrique par le Turbo Alternateur de Secours par une alimentation par le Diesel d'Ultime Secours	Accidents sans fusion
PNPE0159	Augmentation de la concentration de bore des bâches PTR et REA et du volume REA bore	Accidents sans fusion
PNPE0167 tome A	Bilan de puissance diesel : non retestage des pompes REA eau	Revue des systèmes
PNPE0167 tome B	Bilan de puissance diesel : non retestage des pompes GGR	Revue des systèmes
PNPE0191	Renforcement sismique des axes de câblages	Agressions (séisme)
PNPE0215	Remplacement des relais TEC 1804 et TEC 1808 et SIEMENS V23003	Maintien de la qualification aux conditions accidentelles
PNPE0216	Modification sur la chaîne de commande des soupapes SEBIM pour éviter tout risque d'ouverture intempestive en cas d'incendie dans les locaux électriques	Agressions (incendie)
PNPE0226	Remplacement des contacts auxiliaires des contacteurs des tableaux T12	Maintien de la qualification aux conditions accidentelles
PNPE0256	Fiabilisation du système RRI	Accidents sans fusion
PNPE0335	Robustesse de l'arrêt automatique du CRF vis-à-vis d'une inondation sismo-induite – BUG2/3	Agressions (Inondation Externe)
PNPE0337	Création de dispositifs d'alarme sur les portes coupe-feu à enjeu en vue de garantir leur maintien fermé	Agressions (incendie)
PNPE0344	Doublement de l'automatisme d'isolement de la ligne de vidange de la piscine combustible BK par les vannes PTR	Piscine combustible
PNPP0196	Rénovation Globale Détection Incendie	Agressions (incendie)

Modifications dont le déploiement sera soldé sur la tranche n°3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase A du 4 ^{ème} RP 900		
Numéro	Intitulé	Thème
PNPP0419	Mise en place d'un AAR sur séisme	Accidents sans fusion Dispositions Noyau Dur
PNPP0541	Mise en place d'un système de collecte des effluents en accident avec fusion du cœur	Accident avec fusion Dispositions Noyau Dur
PNPP0595	Remplacement des têtes de soupape SEBIM	Accidents sans fusion Accident avec fusion Dispositions Noyau Dur
PNPP0688 tome A	Mise en place d'un contrôle commande Noyau Dur pour les nouveaux matériels	Dispositions Noyau Dur
PNPP0780	Automatisation de vannes de vidange piscine BR	Revue des systèmes Piscine combustible Dispositions Noyau Dur
PNPP0811	Mise en place d'un système EAS-ND d'injection d'eau au primaire et d'évacuation de la puissance résiduelle	Accidents sans fusion Accident avec fusion Dispositions Noyau Dur
PNPP0838	Restriction du domaine d'exploitation en bord droit	Accidents sans fusion
PNPP0864 tome A	Réalimentation de la bache du système d'Alimentation de secours des Générateurs de Vapeur ASG par les systèmes de protection incendie JP*	Accidents sans fusion
PNPP0873 ³⁷	Evolution du système d'instrumentation des processus SIP-P – reparamétrage de seuils RPR	Accidents sans fusion
PNPP0907 ³⁸	Création d'un système de refroidissement mobile diversifié PTR bis	Piscine combustible Dispositions Noyau Dur
PNPP0926 Volet C	Déclinaison aggravant WENRA pour détection hydrogène	Agressions (explosion)
PNPP0946	Ajout d'un registre sur la gaine de ventilation puits de cuve	Maintien de la qualification aux conditions accidentelles
PNPP0949 tome C	Protection incendie des pompes PTR – Mécatissage câbles PTR	Piscine combustible
PNPP0976	Mise en place d'un dispositif d'étalement à sec et de stabilisation du corium sous eau	Accident avec fusion Dispositions Noyau Dur
PNRL0845 tome A	Remplacement de moteurs BT	Maintien de la qualification aux conditions accidentelles
PNRL0894	Remplacement des sondes de température du circuit primaire en branche froide	Accidents sans fusion
PNRL0895	Fiabilisation de la commande de la vanne du tube de transfert pour fermeture sous débit	Revue des systèmes Piscine combustible

³⁷ Reste un essai de requalification de la modification à réaliser lorsque la tranche 3 aura atteint sa pleine puissance suite au redémarrage après l'arrêt VD4

³⁸ Tous tomes sauf tome I

Modifications qui seront déployées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4 ^{ème} RP 900		
Numéro	Intitulé	Thème
PNPE0032 tome D	Inondation interne – Confinement des effluents et doublement détection inondation interne	Agressions (inondation interne)
PNPE0048 tome B	Robustesse au séisme majoré de sureté du réseau incendie JP* hors BR	Agressions (incendie)
PNPE0056	Robustesse au séisme Noyau Dur des bâtiments BAN / BL / BPO	Dispositions Noyau Dur
PNPE0115	Ordre d'Arrêt Automatique Réacteur sur Séisme et information d'un séisme significatif, robustes au Séisme Noyau Dur	Dispositions Noyau Dur
PNPE0171	Rénovation chaine KRT haut flux gamma bâtiment réacteur	Maintien de la qualification aux conditions accidentelles
PNPE0189	Ajout d'un dispositif de prélèvement du fluide primaire en état d'arrêt en aval échangeur CEPP (Circuit d'Etanchéité des Pompes Primaires) vis-à-vis des risques de dilution hétérogène par fuite CEPP	Accidents sans fusion
PNPE0258	Mise en place du dispositif ASG-ND (Alimentation de Secours des Générateur de vapeur Noyau dur) et ligne fixe de réalimentation de la piscine BK par SEG	Agressions (incendie) Piscine combustible Dispositions Noyau Dur
PNPE0277 tome A	EPS incendie : protection de câbles électriques - Protection des câbles alimentant le coffret LLS200 AR	Agressions (incendie)
PNPE0285	Robustesse au séisme Noyau Dur des chemins de câbles	Dispositions Noyau Dur
PNPE0298	Robustesse Noyau Dur de l'information représentative de l'efficacité de la borication haute pression	Dispositions Noyau Dur
PNPE0302	Suppression des modes communs et soustraction des charges calorifiques de type PFG/PFL câbles par enrubannage	Agressions (incendie)
PNPE0305	Mise en place d'une détection d'une situation H1 robuste au séisme Noyau Dur	Dispositions Noyau Dur
PNPE0332	Robustesse au séisme Noyau Dur des tuyauteries	Dispositions Noyau Dur
PNPE0336	Remplacement du capteur Noyau Dur de niveau de la bache PTR	Dispositions Noyau Dur
PNPE0337	Création de dispositifs d'alarme sur les portes coupe-feu à enjeu en vue de garantir leur maintien fermé	Agressions (incendie)
PNPE0339	Bilan de puissance diesels en canicule : brumisation	Revue des systèmes
PNPE0347	Remplacement du ServoMoteur Electrique RCV089VP	Accident avec fusion
PNPE0357	Robustesse au séisme Noyau Dur des matériels électriques et contrôle commande	Dispositions Noyau Dur
PNPE0358	Robustesse au séisme Noyau Dur des systèmes de ventilation Noyau Dur	Dispositions Noyau Dur
PNPE0387	Mise en place détection étalement corium dans le local RIC (instrumentation cœur)	Accident avec fusion Dispositions Noyau Dur
PNPE0393	Asservissement de la vanne d'isolement H2 RHY à JDT	Agressions (incendie)
PNPE0405	Modifications protection incendie suite aux études PEPSSI	Agressions (incendie)
PNPE0412	Ajout de prises électriques 220 V dans l'îlot de survie, secourues par le DUS	Dispositions Noyau Dur

Modifications qui seront déployées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase B des modifications du 4 ^{ème} RP 900		
Numéro	Intitulé	Thème
PNPE0420	Traitement de risques incendie – Modifications de portes coupe-feu	Agressions (incendie)
PNPE0428	Robustesse au Séisme Noyau Dur – Dispositif d'isolement des déminéraliseurs PTR	Dispositions Noyau Dur
PNPE0442	Modification d'exploitation : Accessibilité – utilisation de cellules d'autocontrôle pour manœuvrer les RCV-RIS depuis le BL (injection simultanée ISHP)	Accident avec fusion
PNPE0478	Robustesse au SND de l'instrumentation	Dispositions Noyau Dur
PNPE0481	Traitement des éléments non fixés des toiture du DUS	Dispositions Noyau Dur
PNPP0688 tome B	Mise en place d'un contrôle commande Noyau Dur pour les nouveaux matériels	Dispositions Noyau Dur
PNPP0722	Traçage et calorifugeage de l'alimentation de la bache ASG par SER en salle des machines	Agressions (Grands Froids)
PNPP0824	Ajout d'une chaîne de mesure de niveau analogique de la piscine combustible BK	Piscine combustible Dispositions Noyau Dur
PNPP0913	Renforcements au séisme Noyau Dur des ponts du bâtiment combustible	Dispositions Noyau Dur
PNPP0932	Implantation d'un piquage sur la double enveloppe des systèmes d'injection de sécurité RIS et d'aspersion EAS, pour prise endoscopique.	Accidents sans fusion
PNPP0949 tome A	Installation d'un écran de protection contre l'incendie entre les pompes PTR pour la séparation physique des deux voies PTR	Piscine combustible
PNRL0803	Mise en place d'un appoint Noyau Dur en eau à la piscine du bâtiment réacteur et son exutoire vapeur	Dispositions Noyau Dur
PNRL0888	Modification des boudruches SEO	Dispositions Noyau Dur
PNRL0925	Traitement de risques incendie par gestion des nouvelles charges	Agressions (incendie)
PNRL0984	Accroche pour arrimer un Plug flexible pour appointer la piscine d'entreposage du combustible en cas de crue fluviale au-delà du Noyau Dur	Piscine combustible
PNRL0986	Remplacement complet des robinets SEB 358/360 VE, JPD 990/992 VP et du remplacement du sous-ensemble obturateur/joint du clapet RPE 903 VP	Accidents avec fusion
PNRS0024	Sécurisation du lignage H2 du ballon RCV	Agressions (explosion)
TCDI0020	Robustesse au SND de l'instrumentation	Dispositions Noyau Dur
TCDI190101	Modifications pour prise en compte des effets induits mécaniques sur les matériels Noyau Dur	Dispositions Noyau Dur

Modifications qui seront déployées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre de la phase « Compléments » des modifications du 4 ^{ème} RP 900		
Numéro	Intitulé	Thème
PNPE0277 tome B	EPS incendie : protection de câbles électriques - Protection des câbles de commande du basculement TS/TA	Agressions (incendie)
PNPE0362	Mise en œuvre de lignes fixes d'injection et d'aspiration au Bâtiment Réacteur et dispositif mobile de substitution à l'EAS-ND – Réinjection des effluents du bâtiment combustible vers le bâtiment réacteur	Accident avec fusion
PNPE0386	Mise en place d'un niveau de mesure puisard dans le bâtiment réacteur	Accident avec fusion Dispositions Noyau Dur
PNPE0427	Déploiement d'une Pompe d'Injection aux Joints des Groupes MotoPompes Primaires « Noyau Dur » (PIJ-ND)	Dispositions Noyau Dur
PNPE0449	Etude d'un module de traitement des eaux contaminées : modules mobiles de traitement de l'eau	Accident avec fusion
PNPE0459	Amélioration de la réfrigération long terme de certains locaux du bâtiment électrique, dont l'îlot de survie, en cas de perte de la source froide	Dispositions Noyau Dur
PNPE0460	Renforcement des voiles entre le local d'instrumentation interne du cœur (RIC) et la zone des puisards du fond de l'enceinte de confinement du bâtiment du réacteur	Accident avec fusion Dispositions Noyau Dur
PNPE0504	Maintien en position fermée de la ligne de retour au joint n°1 GMPP en situation Noyau Dur et H3	Dispositions Noyau Dur
PNPP0688 tome E	Mise en place d'un contrôle commande Noyau Dur pour les nouveaux matériels	Dispositions Noyau Dur
TCDI0083	Protection des composants de la chaîne de mesure « gamme large » de la pression de l'enceinte de confinement situés dans les principaux locaux électriques de la voie de sûreté B	Accident avec fusion
TCDI0222	Disposition visant à la robustesse en condition noyau dur de la commande (RCM) des vannes réglantes ASG 012/014/ 016 VD depuis la salle de commande	Dispositions Noyau Dur

Modifications qui seront déployées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre d'une Programmation Spécifique			
Numéro	Intitulé	Thème	Echéance de déploiement
LLBU2412	Modification des filtres SEB TR2 à 5	Résorption des écarts ayant un impact sûreté	Au plus tard en 2025
PNPE0032 tome C	Inondation interne - Extension de périmètre mécanique	Agressions (inondation interne)	Lors du deuxième arrêt suivant l'arrêt VD4
PNPE0108	Confinements effluents et étanchéité de traversées pour les situations d'inondation interne	Agressions (inondation interne)	Au plus tard en 2025
PNPE0119	Protections passives de l'îlot nucléaire à la tornade	Dispositions Noyau Dur	Au plus tard fin 2027
PNPE0144 tome C	Protections de l'îlot conventionnel vis-à-vis de l'inondation interne (WENRA 2008)	Agressions (inondation interne)	Phase B de la tranche 2
PNPE0148	Remplacement des composants sensibles des armoires et coffrets de distribution du système LLS	Maintien de la qualification aux conditions accidentelles	Au plus tard lors du 2 ^{ème} arrêt suivant l'arrêt VD4
PNPE0333 tome A	Renforcement au séisme Noyau Dur du Circuit Primaire Principal, du Circuit Secondaire Principal et supportage DRR (Dossier de Référence Réglementaire) – Relatif aux renforts liés aux DRR	Dossiers de référence réglementaire Dispositions Noyau Dur	Au plus tard lors du 2 ^{ème} arrêt suivant l'arrêt VD4
PNPE0333 tome B	Renforcement au séisme Noyau Dur du Circuit Primaire Principal, du Circuit Secondaire Principal et supportage DRR (Dossier de Référence Réglementaire) – Relatif aux renforts liés au SND	Dossiers de référence réglementaire Dispositions Noyau Dur	Au plus tard en phase B
PNPE0342	Remplacement par des calorifuges métalliques des calorifuges fibreux installés sur les tuyauteries primaires et les fonds primaires des générateurs de vapeur qui sont susceptibles de libérer des fibres en cas de brèche en pied de générateur de vapeur	Revue des systèmes	Au plus tard en juin 2027
PNPE0349	Remplacement de détecteurs du réseau de détection incendie (JDT) : matériels ATEX	Agressions (explosion)	Au plus tard fin 2025
PNPE0377	Renforcement de la tenue du dispositif de compression - filtration l'enceinte U5 au séisme de niveau SMS.	Accident avec fusion Agressions (séisme)	Au plus tard en phase Compléments
PNPE0410	Mise en place de paniers de tétraborate de soude dans les puisards du bâtiment réacteur	Accident avec fusion Dispositions Noyau Dur	Au plus tard en avril 2029
PNPP0419	Mise en place d'un AAR sur séisme - Correctif	Dispositions Noyau Dur	Au plus tard lors du 1 ^{er} arrêt suivant l'arrêt VD4

Modifications qui seront déployées sur la tranche 3 du CNPE du Bugey dans le cadre d'une Programmation Spécifique			
Numéro	Intitulé	Thème	Echéance de déploiement
PNPP0440	Rénovation du système d'extinction gaz du panneau de repli voie A	Agressions (incendie)	Au plus tard en phase B
PNPP0485	Fiabilisation des chaînes KRT VVP/N16	Maintien de la qualification aux conditions accidentelles	Au plus tard lors du 2 ^{ème} arrêt suivant l'arrêt VD4
PNPP0683	Construction CCL - retransmission du contrôle commande au CCL	Centre de Crise Local	Au plus tard fin 2026
PNPP0765	Construction CCL	Centre de Crise Local	Au plus tard fin 2026
PNPP0877	Mise en place d'un dispositif permettant d'amortir la chute d'un emballage de combustible usé	Piscine combustible Dispositions Noyau Dur	Au plus tard fin 2025
PNPP0907 Tome I	PTR bis – Résorption de la problématique d'injection de bulles en piscine BK	Piscine combustible Dispositions Noyau Dur	Au plus tard en phase B
PNRL0947	Remplacement des calorifuges fibreux de type « Protect 1000S », pour les lignes auxiliaires de diamètre cinquante millimètres ou plus et susceptibles de libérer des fibres en cas de brèche sur le circuit primaire principal	Revue des systèmes	Au plus tard fin 2027
PNRL0954	Mise en œuvre des cerclages de sécurité sur les calorifuges des tuyauteries reliant les accumulateurs de l'injection de sécurité au circuit principal, ainsi que sur la ligne d'expansion du pressuriseur	Revue des systèmes	Au plus tard fin 2025

GLOSSAIRE

Acronymes	Désignation
Principaux systèmes élémentaires	
ANG	Alimentation normale des GV
APG	Système des purges des Générateurs de Vapeur
ASG	Système d'Alimentation de Secours des Générateurs de Vapeur
ASG-ND	Refroidissement secondaire Noyau Dur
CFI	Filtration de l'eau de circulation
CRF	Eau de circulation
CSI	Isolement circuit d'eau de circulation
CTE	Traitement de l'eau de circulation
DCC	Conditionnement de la salle de commande et des locaux annexes
DEB	Système de distribution eau glacée et eau chaude pour bâtiments administratifs et annexes
DEG	Système de production et de distribution d'eau glacée pour l'îlot nucléaire
DEL	Système de production et de distribution d'eau glacée pour le bâtiment électrique
DMK	Système de manutention dans le BK
DMR	Système de manutention dans le BR
DSL	Eclairage de sécurité
DTV	Transmission – Téléphone – Recherche des personnes
DUS	Diesel d'Ultime Secours
DUV	Système de ventilation des locaux du DUS
DVx	Ventilation et conditionnement d'air (la lettre x est remplacée par une ou deux lettres en fonction des locaux concernés). Notamment : <ul style="list-style-type: none"> - DVLd : ventilation des locaux électriques, - DVLe : ventilation et chauffage des accès et locaux divers du bâtiment électrique, - DVNd : ventilation du BK.
EAS	Système d'aspersion d'eau dans l'enceinte de confinement
EAS-ND	Système d'évacuation de la puissance résiduelle de l'enceinte
EAU	Instrumentation de l'enceinte (auscultation et mesures sismiques)
EBA	Système de ventilation de balayage en circuit ouvert tranche à l'arrêt, du bâtiment réacteur
EBG	Eau Brute services Généraux
ECF	Contrôle de l'étanchéité des traversées et sas de l'enceinte
EPP	Etanchéité des pénétrations de l'enceinte – Contrôle des fuites
ETS	Alimentation en eau déminéralisée
ETY	Système de décompression de l'enceinte – Contrôle taux d'hydrogène en cas d'accident
EVC	Système de ventilation du puits de cuve
EVF	Système de ventilation et filtration interne du bâtiment réacteur
GHE	Circuit d'huile étanchéité de l'alternateur
GNU	Parc à gaz, stockage hors tranches
GRV	Circuit de remplissage, vidange et appoint H ₂ de l'alternateur
GSE (CP1) / GRE (CP2)	Sécurités turbine (CP1) / Réglage et contrôle de la turbine (CP2)

Acronymes	Désignation
JDT	Détection incendie
JPC	Production d'eau d'incendie classée au séisme
JPD	Distribution d'eau incendie hors îlot nucléaire
JPI	Protection incendie des pompes primaires
JPL	Protection incendie des locaux électriques
KCO	Éléments multifonctionnels liés à l'utilisation du relayage centralisé
KHY	Détection d'hydrogène dans le bâtiment des auxiliaires nucléaires
KIS	Instrumentation sismique
KPR	Panneau de repli
KPS	Panneau de sûreté
KRG	Régulation générale
KRT	Mesures de radioprotection
KSC	Instrumentation salle de Commande
KUS	Contrôle commande du système LHU
LAA	Production 230 V continu pour l'alimentation des onduleurs de production 220 Vac sans coupure LNE
LBi	Production et distribution 125 V continu
LCi	Production et distribution 48 V continu
LGi	Distribution 6,6 kV non secouru
LHAB	Distribution 6.6 KV alternatif secouru
LHC	Distribution 6,6 kV secourue
LHG/LHH	Production 6.6 KV alternatif secouru (groupes électrogènes)
LHT	Diesel de secours
LHU	Production 6,6 kV secouru (Source autonome – DUS)
LKi	Distribution 380 V non secouru
LLi	Distribution 380 V secouru
LNi	Production et distribution 220 V alternatif
LUU	Production et distribution 380 V de secours
PMC	Système de manutention du combustible
PTR	Système de traitement et de refroidissement d'eau des piscines
RAZ	Système de stockage et distribution d'azote (besoins nucléaires)
RCP	Circuit primaire
RCV	Système de contrôle chimique et volumétrique
REA	Système d'appoint en eau et en bore
SAR	Système d'air de régulation
SGZ	Stockage Gaz
TEG	Système de Traitement des Effluents Gazeux
TEP	Système de Traitement des Effluents Primaires
TER	Système de contrôle et rejet des effluents (TER-S : réservoir de santé du système TER)
TEU	Système de Traitement des Effluents Usés
VCDa	Système de contournement de la turbine principale avec décharge à l'atmosphère
Principaux bâtiments	

Acronymes	Désignation
BAC	Bâtiment des Auxiliaires de Conditionnement
BAN	Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires
BANG	Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires Généraux
BK	Bâtiment combustible
BL	Bâtiment des locaux électriques
BPO	Bâtiment Périphérique Ouest
BR	Bâtiment Réacteur
BTE	Bâtiment de Traitement des Effluents
BTC	Bâtiment Transport Colis (local du BANG pour le chargement des colis en vue des évacuations)
BW	Bâtiment des locaux périphériques du BR
Termes divers	
AAC	Arrêt à Chaud
AAR	Arrêt Automatique du Réacteur
ACEM	Assemblages de Combustible En cours de Manutention
AIEA	Agence Internationale de l'Energie Atomique
AIF	Analyse Impact Foudre
AIP	Activité Importante pour la Protection des intérêts
AMC	Arrivée Massive de Colmatants
AN	Arrêt Normal
ANDRA	Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs
AN/GV	Arrêt Normal sur Générateur de Vapeur
AN/RRA	Arrêt Normal sur RRA
AOC	Aires d'entreposage des Outillages Contaminés
AOX	Organohalogénés adsorbables sur charbon actif (Adsorbable Organic Halogen) – composés issus de la réaction du chlore
AP	Affaire Parc
API	Arrêt Pour Intervention
APR	Arrêt pour Rechargement
APRP	Accident de Perte de Réfrigérant Primaire
APRP 2A	Accident de Perte de Réfrigérant Primaire guillotine doublement débattue
APRP BI	Accident de Perte de Réfrigérant Primaire Brèche Intermédiaire
ASN	Autorité de Sûreté Nucléaire
ATEX	ATmosphère EXplosive
ATWS	Anticipated Transients Without Scram (incidents sans arrêt automatique réacteur)
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion
BONNA (tuyauterie)	Conduite en béton âme tôle
BPVA	Basse Pression Vapeur Avancée
BREF	Best REference
BT	Basse Tension
CAF	Cadre Anti Fouettement
Cb	Concentration en Bore
CBAT	Conduite en Béton Ame Tôle

Acronymes	Désignation
CC ND	Contrôle-Commande Noyau Dur
CCL	Centre de Crise Local
CDG	Mauvais positionnement, Chute De Grappes ou d'un groupe de grappes
CDU	Critère de Défaillance Unique
CEA	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
CEM	Compatibilité ElectroMagnétique
CENTRACO	CEntre Nucléaire de TRAitement et de COnditionnement
CIRES	Centre Industriel de Regroupement, d'Entreposage et de Stockage
CFC	Conditions de Fonctionnement Complémentaires
CGB	Crue sur Grand Bassin versant
CLA	Clapot
CLI	Commission Locale d'Informations
CNI	Chaîne Niveau Intermédiaire
CNP	Chaîne Niveau Puissance
CNPE	Centre Nucléaire de Production d'Electricité
CNS	Chaîne Neutronique Source
CP0	Ensemble de réacteurs de 900 MWe de conception similaire (tranches du site du Bugey)
CPB	Crue sur Petit Bassin versant
CPP	Circuit Primaire Principal
CPY	Ensemble de réacteurs de 900 MWe de conception similaire (regroupe les Paliers CP1 et CP2)
CRT	Chlore Résiduel Total
CSA	Centre de Stockage de l'Aube (pour les déchets Faiblement et Moyennement Actifs)
CSC	Corrosion Sous Contrainte
CSP	Circuit Secondaire Principal
DA	Dossier d'Amendement
DAC	Dossiers d'Analyse du Comportement
DAO	Dispositif d'Auscultation Optimal
DAPE	Dossier d'Aptitude à la Poursuite d'Exploitation
DC	Domaine ou Disposition Complémentaire
DCC-LH	Défaillance de Cause Commune des tableaux LH
DCH	Direct Containment Heating
DDOCE	Dégradation ou Dysfonctionnement d'Ouvrages, de Circuits ou d'Equipements
DeD	Débit équivalent Dose (en Sievert par unité de temps)
DMCP	Dépressurisation Momentanée du Circuit Primaire
DMRI	Démarche de Maitrise du Risque Incendie
DOR	Dossier d'Orientations du Réexamen périodique
DP	Demande Particulière
DPN	Direction de la Production Nucléaire
DRR	Dossier de Référence Réglementaire
DSD	Demi-Séisme de Dimensionnement
DUS	Diesel d'Ultime Secours

Acronymes	Désignation
EC	Ecart de Conformité
EN	Equipements Nécessaires
ECOT	Examen de CONformité des Tranches
ECP	Procédure de conduite du circuit primaire
ECPE	Eléments Contribuant à la Performance Environnementale
ECR	Equivalent Cladding Reacted
ECS	Evaluations Complémentaires de Sûreté
EDA	Équipements de Disposition Agression
EDF	Electricité de France
EDG	Ejection D'une Grappe
Effets Dominos	Action d'un phénomène dangereux affectant une ou plusieurs installations d'un établissement qui pourrait déclencher un autre phénomène sur une installation ou un établissement voisin, conduisant à une aggravation générale des effets du premier phénomène
Effet falaise	Altération brutale du comportement d'une installation, que suffit à provoquer une légère modification du scénario envisagé pour un accident dont les conséquences sont alors fortement aggravées.
EIP	Elément Important pour la Protection des intérêts
EIPI	Elément Important pour la Protection des intérêts vis-à-vis des Inconvénients
EIPR	Elément Important pour la Protection des intérêts vis-à-vis des Risques conventionnels
EIPS	Elément Important pour la Protection des intérêts vis-à-vis des risques Sûreté (incidents et accidents radiologiques)
EJP	Etude Justificative Particulière
EN	Equipement Nécessaire
END	Essai Non Destructif
EP	Essai Périodique
EPI	Equipements de Protection Individuels
EPR	European Pressurised Reactor - appartient à la troisième génération de réacteur nucléaire du type Réacteur à Eau Pressurisée
EPRESSI	Méthode d'Evaluation des Performances Réelles des Eléments de Sectorisation Sous Incendie
EPRI	Electric Power Research Institute
EPS	Etudes Probabilistes de Sûreté
ER	Essai de Requalification
ESP	Enceinte à Simple Paroi
ESPN	Equipement Sous Pression Nucléaire
ESE	Evènement Significatif pour l'Environnement
ESS	Evènement Significatif pour la Sûreté
Ex	Réseau des effluents des eaux d'exhaure de la salle des machines (également appelé réservoir SEK)
FAIOp	Fiche d'Action Incendie Opérateur
FARN	Force d'Action Rapide Nucléaire
FAV	Fiche d'Analyse du Vieillissement
FA-VC	Faible Activité – Vie Courte
FE	Fiche d'Ecart

Acronymes	Désignation
FMGC	Fiches de Maintenance Génie-Civil
FPPI	Fonctionnement Prolongé à Puissance Intermédiaire
GC	Génie Civil
GES	Groupe électrogène de Secours
GHE	Huile d'étanchéité de l'alternateur
GMPP	Groupe MotoPompe Primaire
GNU	Parc à Gaz
GP	Groupe Permanent d'experts
GPO	Groupe Permanent d'Orientations
GPR	Groupe Permanent d'experts pour les Réacteurs
GRV	Remplissage et vidange H2 de l'alternateur
GV	Générateur de Vapeur
GVR	Générateur de Vapeur de Remplacement
H1	Perte totale de la source froide
H2	Perte totale de l'alimentation des Générateurs de Vapeur
H3	Perte totale des alimentations électriques
H4	Mise en œuvre d'un secours mutuel des moyens de pompage de l'injection de sécurité et de l'aspersion en situation accidentelle
HDU	Bâtiment abritant le Diesel d'Ultime Secours
HT	Haute Tension
HTB	Haute Tension B
ICB	Interaction Corium Béton
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IEM	Interférences ElectroMagnétiques
IOTA	Installations, Ouvrages, Travaux et Aménagements
IGALL	International Generic Ageing Lessons Learned
IJPP	Injection aux Joints des Pompes Primaires
INB	Installation Nucléaire de Base
INES	International Nuclear Event Scale
INSAG	International Nuclear Safety Advisory Group
IPG	Interaction Pastille-Gaine
IPS	Important Pour la Sûreté, classé de sûreté
IPS-NC	Important Pour la Sûreté, Non Classé de sûreté
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
IS	Injection de Sécurité
ISBP	Injection de Sécurité à Basse Pression
ISHP	Injection de Sécurité Haute Pression
ISO	Norme ISO rédigée par l'International Organization for Standardization (Organisation internationale de normalisation)
LDS	Limite De Site
LIE	Limite Inférieure d'Explosivité
LLS	Turboalternateur de secours
MAFFE	Maquette d'étude de l'Action des Fumées Froides sur l'Electronique

Acronymes	Désignation
MA-VC	Moyenne Activité – Vie Courte
MC	Maintenance Conditionnelle
MCG	Mécanismes de Commande de Grappes
MDTE	Manque De Tension Externe
MEL	Masse et Energie Libérés
MES	Matières En Suspension
MFEAN 0%PN	Mauvais Fonctionnement de l'Eau Alimentaire Normale 0%PN
MFEAN 100%PN	Mauvais Fonctionnement de l'Eau Alimentaire Normale 100%PN
MLC	Moyens Locaux de Crise
MQCA	Matériel Qualifié au Conditions Accidentelles
MRI	Maîtrise du Risque Incendie
MS	Maintenance Systématique
MTD	Meilleure Technique Disponible
N4	Ensemble de réacteurs de 1450 MWe de conception similaire
ND	Noyau Dur
NF	Norme Française
NPGV	Nettoyage Préventif des Générateurs de Vapeur
NPSH	Net Positive Suction Head (hauteur d'aspiration positive nette)
NRO	Note de Réponses aux Objectifs
NSO	Non Suffisamment Ouvert
NSQP	Note de Stratégie de Qualification Progressive
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economiques
OISP	Ouverture Intempestive d'une Soupape de sûreté du Pressuriseur
OISS	Ouverture Intempestive d'une Soupape Secondaire à 0%Pn
OVCC	Observatoire du Vieillissement du Contrôle Commande
PA	Produits d'Activation
PA CSTA	Plan d'Action Constat
PAI	Plan d'Action Incendie
PMOX	PARITE MOX - Gestion combustible
PAV	Plan d'Actions Ventilation
PBES	Plus Basses Eaux de Sécurité
PBMP	Programme de Base de Maintenance Préventive
PCC	Plant Condition Category
PEAN	Perte de l'Eau Alimentaire Normale
PEE	Procédures d'Exécution d'Essais
PEPSSI	Principe d'Evaluation Pour la Suffisance des éléments de Sectorisation Incendie
PF	Produits de Fission
PFG	Possibilité de Feu Généralisé
PFI	Pluie de Forte Intensité
PFL	Possibilité de Feu Localisé
PGGV	Projectiles Générés par Grand Vent
PGVE	Projectiles Générés par les Vents Extrêmes

Acronymes	Désignation
PIC	Programme d'Investigations Complémentaires
PLMP	Programme Local de Maintenance Préventive
PLMV	Programme Local de Maîtrise du Vieillessement
PLU	Pluies locales
Pn	Puissance nominale du cœur
PNPP	Programmation Nationale Par Palier
PPDP	Perte Partielle de Débit Primaire
PPR	Programme de Principe de Requalification
PSPR	Poste de Supervision de la Prévention des Risques
PT ASN	Prescription Technique ASN
PTAE	Perte Totale des Alimentations Electriques Externes et des diesels principaux
PTC	Perte Totale de Charge et/ou déclenchement de la turbine
PUI	Plan d'Urgence Interne
PV	Protection Volumétrique
PZR	Pressuriseur
R&D	Recherche et Développement
R1GP	Retrait d'une Grappe de régulation en Puissance
RAG	Réaction Alkali-Granulat
RAM	Alimentation électrique des mécanismes de commande des grappes
RAP	Recombineurs Autocatalytiques Passifs
RBPP	Rotor Bloqué d'une moto-Pompe Primaire
RCD	Réacteur Complètement Déchargé
RCR	Rapport de Conclusions du Réexamen périodique
RDI	Risques d'effets Dominos Internes
RDP	Réservoir de Décharge du Pressuriseur
RDS	Rapport De Sûreté
RECS	Rapports d'Evaluation Complémentaire de Sûreté
REP	Réacteur à Eau Pressurisée
REU	Risque d'Eclatement Unitaire
REX	Retour d'EXpérience
RFC	Risque de Fusion du Cœur
RFDP	Réduction Forcée du Débit Primaire
RFS	Règle Fondamentale de Sûreté
RGE	Règles Générales d'Exploitation
RGV	Remplacement de Générateur de Vapeur
RIE	Risques explosions dus à un Incendie généralisé d'origine Externe
RIGZ	Retrait Incontrôlé des Groupes de régulation au démarrage
RNP	Remontée de Nappe Phréatique
ROR	Rupture d'un Ouvrage de Retenue
RP	Réexamen Périodique
RP	Réacteur en Puissance
RPC	Règles Particulières de Conduite

Acronymes	Désignation
RSEM	Règles de Surveillance en Exploitation des Matériels Mécaniques
RSI	Réaction Sulfatique Interne
RTE	Rupture d'une Tuyauterie d'Eau alimentaire principale
RTGV	Rupture de Tube de Générateur de Vapeur
RTGV3	Rupture d'un Tube de Générateur de Vapeur de catégorie 3
RTGV4	Rupture d'un Tube de Générateur de Vapeur de catégorie 4
RTHE	Rupture d'une Tuyauterie Haute Energie
RTV	Rupture de Tuyauterie Vapeur
RTV3	Rupture importante d'une Tuyauterie Vapeur
SAPA	Station d'Accueil des Petites Applications
SDC	Salle de Commande
SDD	Séisme De Dimensionnement
SEI	Seuil des Effets Irréversibles
SEL	Seismic Equipment List
SELS	Seuil des effets Létaux Significatifs
SF-ND	Source Froide Noyau Dur
SIP C	Partie contrôle du Système d'Instrumentation Process
SIR	Système d'Injection de Réactifs – Conditionnement chimique du circuit secondaire
SIRENe	Système d'Information pour les Rejets et l'Environnement du Nucléaire
SME	Système de Management de l'Environnement
SMI	Système de Management Intégré
SMHV	Séisme Majoré Historiquement Vraisemblable
SMS	Séisme Majoré de Sécurité
SND	Séisme Noyau Dur
SO	Suffisamment Ouvert
SOH	Facteurs Sociaux, Organisationnels et Humains
SPEL	Seuils des Premiers Effets Létaux
SRI	Situation de référence pour le Risque d'Inondation
SSC	Structures, Systèmes et Composants
SXS	Recueil, contrôle et rejets des effluents du circuit secondaire
TA	Transformateur Auxiliaire
TAC	Turbine à Combustion
TAM	Tampon d'Accès Matériel
TAS	Turboalternateur de secours
Td	Température de disponibilité du matériel
TEPCO	Compagnie d'Electricité de Tokyo
TFA	Très Faiblement Actif
THE	Tuyauteries à Haute Energie
TLD	Température Longue Durée
Tnd	Température de non-détérioration
TOR	Tout Ou Rien
TA	Transformateur Auxiliaire

Acronymes	Désignation
TP	Transformateur Principal
TS	Transformateur de Soutirage
TSD	Terme Source Débris
TTS	Tranche Tête de Série
U3	Procédure Ultime n° 3 - Mise en place des moyens mobiles de secours des systèmes EAS et ISBP
U5	Procédure Ultime n° 5 - Dépressurisation et filtration des rejets, utilisée en cas de montée lente en pression de l'enceinte après un accident avec fusion du cœur
UMIS	Unité Mobile d'Intervention sur Site
UNGG	Uranium Naturel Graphite Gaz
VD2	Deuxième Visite Décennale
VD3	Troisième Visite Décennale
VD4	Quatrième Visite Décennale
VP	Visite Partielle
WANO	World Association of Nuclear Operators
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association
ZER	Zone à Emergence Réglementée
ZNIEFF	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique
ZII	Zones d'Inondation Interne



EDF SA
22-30 avenue de Wagram
75382 Paris cedex 08 - France
Capital de 2 084 365 041 euros
552 081 317 R.C.S. Paris
www.edf.fr