



# **Dossier d'orientation du cinquième réexamen périodique du palier 900 MWe**

## SOMMAIRE

	Pages
<b>1. DÉMARCHE GÉNÉRALE.....</b>	<b>6</b>
1.1. INTRODUCTION .....	6
1.2. PHASES DU RÉEXAMEN PÉRIODIQUE .....	7
<b>2. OBJECTIFS VISES PAR EDF.....</b>	<b>8</b>
2.1. OBJECTIFS DU VOLET RISQUES.....	8
2.1.1. APPRECIER LA SITUATION DES INSTALLATIONS AU REGARD DES REGLES QUI LEUR SONT APPLICABLES .....	9
2.1.2. ACTUALISER L'APPRECIATION DES RISQUES AU REGARD DE L'EVOLUTION DES FACTEURS DE RISQUES EXTERNES PAR RAPPORT AU PRECEDENT REEXAMEN .....	10
2.2. OBJECTIFS DU VOLET INCONVENIENTS .....	11
2.2.1. APPRECIER LA SITUATION DES INSTALLATIONS AU REGARD DES REGLES QUI LEUR SONT APPLICABLES .....	11
2.2.2. ACTUALISER L'APPRECIATION DES INCONVENIENTS PRESENTES PAR LES CNPE POUR LES INTERETS PROTEGES .....	11
2.3. SYNTHESE DES OBJECTIFS VISES PAR EDF .....	12
<b>3. VOLET I – RISQUES .....</b>	<b>14</b>
3.1. APPRECIATION DE LA CONFORMITE DES INSTALLATIONS .....	14
3.1.1. VERIFICATION DE LA CONFORMITE DES INSTALLATIONS .....	14
3.1.2. MAITRISE DU VIEILLISSEMENT ET DE L'OBSOLESCENCE .....	15
3.1.2.1. Maîtrise du vieillissement .....	15
3.1.2.2. Veille et traitement des obsolescences des matériels et pièces de rechange .....	20
3.1.2.3. Programme d'Investigations Complémentaires (PIC) .....	20
3.1.3. MAINTIEN DE LA QUALIFICATION .....	21
3.1.3.1. Démarche générale .....	22
3.1.3.2. Déclinaison de la démarche de maintien de qualification des MQCA .....	23
3.1.4. DOSSIERS DE REFERENCE REGLEMENTAIRES .....	24
3.2. RÉÉVALUATION DE LA SÛRETÉ.....	25
3.2.1. DEMARCHE GENERALE .....	25

3.2.2.	<b>ANTICIPATION DES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE .....</b>	<b>26</b>
3.2.2.1.	<b>Grands Chauds.....</b>	<b>26</b>
3.2.2.2.	<b>Inondations externes.....</b>	<b>27</b>
3.2.2.3.	<b>Agression Plus Basses Eaux de Sécurité (PBES) .....</b>	<b>29</b>
3.2.2.4.	<b>Agression Ensablement / Envasement .....</b>	<b>29</b>
3.2.3.	<b>PRISE EN COMPTE DE L'EVOLUTION DES CONNAISSANCES : SEISME DU TEIL .</b>	<b>30</b>
3.2.4.	<b>REEVALUATION DES RISQUES AU REGARD DES EXIGENCES REGLEMENTAIRES</b>	<b>30</b>
3.2.4.1.	<b>Agression par dérive d'une nappe d'hydrocarbures.....</b>	<b>30</b>
3.2.4.2.	<b>Risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication externes</b>	<b>31</b>
3.2.4.3.	<b>Risque aérien .....</b>	<b>31</b>
3.2.4.4.	<b>Risques non radiologiques ou faiblement radiologiques.....</b>	<b>32</b>
<b>4.</b>	<b>VOLET II – INCONVENIENTS .....</b>	<b>33</b>
4.1.	<b>APPRECIATION DE LA SITUATION DE CHAQUE INSTALLATION AU REGARD DES REGLES QUI LUI SONT APPLICABLES .....</b>	<b>34</b>
4.1.1.	<b>EXAMEN DE LA CONFORMITE AUX EXIGENCES REGLEMENTAIRES APPLICABLES .....</b>	<b>34</b>
4.1.2.	<b>ANALYSE DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS RELATIFS AUX INCONVENIENTS ..</b>	<b>37</b>
4.1.3.	<b>CONFORMITE DES EIPI A LEURS EXIGENCES DEFINIES .....</b>	<b>38</b>
4.1.4.	<b>BILANS RELATIFS A LA MAITRISE DES INCONVENIENTS EN EXPLOITATION.....</b>	<b>38</b>
4.1.5.	<b>EXAMEN D'AUTRES EQUIPEMENTS PERTINENTS, AU REGARD DES ENJEUX .....</b>	<b>39</b>
4.1.6.	<b>ELEMENTS PERMETTANT LE REEXAMEN DES LIMITES DE REJETS DES SUBSTANCES MENTIONNEES DANS LE CODE DE L'ENVIRONNEMENT .....</b>	<b>40</b>
4.1.7.	<b>ORGANISATION RELATIVE A LA MAITRISE DES REGLES APPLICABLES AUX INCONVENIENTS.....</b>	<b>40</b>
4.1.7.1.	<b>Management de l'environnement.....</b>	<b>41</b>
4.1.7.2.	<b>Surveillance de l'environnement.....</b>	<b>41</b>
4.1.7.3.	<b>Processus de tenue à jour de l'étude d'impact .....</b>	<b>42</b>
4.2.	<b>ACTUALISATION DE L'APPRECIATION DES INCONVENIENTS QUE L'INSTALLATION PRESENTE POUR LES INTERETS PROTEGES.....</b>	<b>43</b>
4.2.1.	<b>ANTICIPER LES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA RESSOURCE EN EAU ET LA BIODIVERSITE .....</b>	<b>43</b>
4.2.1.1.	<b>Gestion et prise en compte des conditions locales de la ressource en eau .....</b>	<b>43</b>
4.2.1.2.	<b>Evolutions hydro-climatiques.....</b>	<b>44</b>
4.2.1.3.	<b>Préservation de la biodiversité .....</b>	<b>45</b>

4.2.2.	<b>REDUIRE LES PRELEVEMENTS D'EAU, INTEGRER LES EVOLUTIONS DE CONNAISSANCE SUR LES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES ET POURSUIVRE L'AMELIORATION DE LA MAITRISE DES REJETS DANS L'EAU</b>	46
4.2.2.1.	Maîtrise des prélèvements et de la consommation d'eau	46
4.2.2.2.	Dilution des rejets liquides en aval des CNPE : caractérisation, suivi et propagation	48
4.2.2.3.	Optimisation de la gestion des effluents liquides	49
4.2.2.3.1.	<i>Rejets d'effluents radioactifs</i>	49
4.2.2.3.2.	<i>Rejets d'effluents chimiques</i>	50
4.2.2.3.3.	<i>Dispositions complémentaires issues du retour d'expérience des périodes estivales</i>	51
4.2.3.	<b>APPROFONDIR LA CONNAISSANCE DE L'IMPACT THERMIQUE DES CNPE SUR LA RESSOURCE EN EAU AINSI QUE LES POSSIBILITES D'AMELIORATION ASSOCIEES</b>	52
4.2.3.1.	Programme de recherche Thermie-Hydrobiologie	53
4.2.3.2.	Etude de la faisabilité d'ajout d'aéroréfrigérants pour les réacteurs en circuit ouvert	54
4.2.4.	<b>POURSUITE D'ACTIONS MAJEURES LIEES A LA MAITRISE DES INCONVENIENTS ET NUISANCES</b>	54
4.2.4.1.	Analyse du cycle de vie	54
4.2.4.2.	Emissions de gaz à effet de serre (GES)	55
4.2.4.3.	Actualisation de l'impact radiologique à l'homme et aux espèces non humaines	57
4.2.4.4.	Analyse de l'état chimique et radiologique de l'environnement portant sur le CNPE et son voisinage	57
4.2.4.4.1.	<i>Etat chimique et radiologique de l'environnement</i>	57
4.2.4.4.2.	<i>Etat des sols</i>	58
4.2.4.4.2.1.	Analyse de l'état des sols	58
4.2.4.4.2.2.	Actions de protection des sols et des eaux souterraines	59
4.2.4.5.	Mesures des niveaux d'émission sonore du site	60
4.2.4.6.	Maîtrise des déchets	61
5.	<b>REMISE EN SERVICE DE L'INSTALLATION</b>	64
6.	<b>DÉMANTÈLEMENT</b>	65
7.	<b>CONCLUSIONS</b>	66
8.	<b>ANNEXES</b>	66
	<b>ANNEXE 1 – LIVRABLES ASSOCIES AU PROGRAMME DE TRAVAIL DU VOLET RISQUES DU REEXAMEN RP5-900</b>	67

<b>ANNEXE 2 – ACTIONS ASSOCIEES AU PROGRAMME DE TRAVAIL DU VOLET INCONVENIENTS DU REEXAMEN RP5-900.....</b>	<b>71</b>
<b>ANNEXE 3 – METHODE DE REALISATION DE L'ETAT DES SOLS .....</b>	<b>75</b>
<b>ANNEXE 4 – GLOSSAIRE .....</b>	<b>80</b>

## 1. DÉMARCHE GÉNÉRALE

### 1.1. INTRODUCTION

L'article L593-18 du code de l'Environnement demande que l'exploitant d'une INB (Installation Nucléaire de Base) procède, tous les dix ans, au réexamen de son installation.

*Cet article précise que « 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 ».*

Le présent document constitue le Dossier d'Orientations (DOR) du cinquième Réexamen Périodique (RP5) des réacteurs du palier 900 MWe. Il couvre l'ensemble des intérêts protégés définis à l'article L.593-1 du code de l'environnement, c'est-à-dire la sécurité, la santé et la salubrité publique, la protection de la nature et de l'environnement. Il présente la démarche mise en œuvre par l'exploitant EDF et décrit le programme de travail, les livrables qui seront transmis à l'ASN et les actions qui seront mises en œuvre par EDF dans le cadre du cinquième réexamen périodique du palier 900 MWe.

Le réexamen couvre deux volets :

- un volet relatif à la maîtrise des risques ;
- un volet relatif à la maîtrise des inconvénients.

Sur ces deux volets, EDF met en œuvre, depuis la mise en service du parc nucléaire français, une démarche d'amélioration continue de la maîtrise des risques et des inconvénients associés à l'exploitation des réacteurs nucléaires. Ainsi, le niveau de sûreté et le niveau de maîtrise des inconvénients des réacteurs n'ont cessé d'être consolidés et améliorés.

Le quatrième réexamen périodique des réacteurs du palier 900 MWe (RP4 900) a notamment permis d'améliorer significativement la maîtrise des risques liés aux accidents avec et sans fusion du cœur, aux agressions, aux situations du noyau dur, définies suite à l'accident de Fukushima et à la piscine combustible, par le déploiement d'un volume important de modifications de l'installation et des procédures d'exploitation associées. Il a permis de faire tendre le niveau de sûreté des réacteurs de 900 MWe vers celui des réacteurs de dernière génération (EPR).

Afin de pouvoir poursuivre le fonctionnement des installations à 60 ans tout en continuant à consolider et améliorer le niveau de sûreté et le niveau de maîtrise des inconvénients des réacteurs du palier 900 MWe, les enjeux majeurs retenus par EDF dans le cadre du cinquième réexamen périodique des réacteurs du palier 900 MWe (RP5-900) sont, pour les risques et les inconvénients, de :

- vérifier la conformité des tranches à leurs exigences applicables, incluant le maintien de qualification des matériels et la maîtrise du vieillissement pour un fonctionnement à 60 ans ;
- adapter les installations aux évolutions de leur environnement, notamment aux effets du changement climatique ainsi qu'aux enseignements du séisme du Teil pour les CNPE de Cruas et Tricastin.

La démarche mise en œuvre dans le cadre du réexamen périodique est axée sur la protection des intérêts telle que définie dans le code de l'environnement, notamment à l'article L.593-4, et repose sur la prise en compte :

- des enseignements tirés du retour d'expérience français et étranger ;
- des résultats de la 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.

Chaque volet du réexamen périodique est composé de deux parties :

- l'appréciation de la conformité des installations aux exigences applicables en entrée de réexamen ;
- la réévaluation de la maîtrise des risques et des inconvénients répondant à l'objectif d'améliorer autant que possible la protection des intérêts mentionnés au premier alinéa de l'article L593-1 du code de l'environnement dans des conditions économiquement acceptables, compte tenu de l'état des connaissances, des techniques et des pratiques et des caractéristiques de l'environnement de l'installation.

Les processus mis en œuvre dans le cadre du réexamen permettent de garantir que les installations sont conformes au référentiel d'exigences de sûreté applicable lors de la divergence faisant suite à l'arrêt pour 5<sup>ème</sup> Visite Décennale qui constitue une étape importante du réexamen périodique visé par l'article L.593-18 du code de l'environnement.

## **1.2. PHASES DU RÉEXAMEN PÉRIODIQUE**

Le cadencement du Réexamen Périodique peut être découpé en 3 phases.

La phase d'orientation permet de définir les différents thèmes du réexamen et le programme de travail associé afin de préparer l'enclenchement des études. Pour le cinquième Réexamen Périodique du palier 900 MWe (RP5-900), cette phase est conduite en cohérence avec :

- le pas important de sûreté franchi lors du quatrième réexamen périodique du palier 900MWe (RP4-900) ;
- l'évolution des référentiels et méthodes sur le plan international, en lien avec les orientations et objectifs détaillés dans le présent DOR ;
- le retour d'expérience français et international de l'exploitation des réacteurs nucléaires ;
- les enseignements du réexamen RP4 1300, en lien avec les orientations et objectifs détaillés dans le présent DOR.

EDF transmet lors de cette phase d'orientation, le présent Dossier d'Orientation du Réexamen (DOR) qui précise les orientations et objectifs retenus, la démarche mise en œuvre par l'exploitant EDF dans le cadre du réexamen périodique et décrit le programme de travail et les livrables et actions associés, qui seront transmis à l'ASN.

Cette phase se conclut par la lettre de l'ASN prenant position sur les objectifs du réexamen périodique et le programme de travail proposés par EDF et présentés dans le DOR.

La phase générique des études du réexamen permet :

- D'une part :
  - La réalisation des études sur le périmètre de réexamen établi en phase orientation ;
  - L'identification des dispositions à prendre au regard des objectifs visés et des exigences à vérifier dans le cadre du réexamen. Cette identification et les choix qui en découlent sont éclairés par la démarche de pesage des enjeux de sûreté.
- D'autre part, la mise en œuvre du processus de conception des modifications, avec :
  - La réalisation des études détaillées des modifications et des évolutions documentaires associées ;
  - L'élaboration des dossiers de modifications soumis à l'ASN.

Pour la réalisation de ces études, EDF s'appuie sur des hypothèses de travail figées au moment de la Revue

du Corps d'Hypothèses (« RCH »).

EDF transmet à l'ASN lors de cette phase les études génériques du réexamen présentées dans le DOR et la Note de Réponse aux Objectifs (« NRO ») mettant en regard des conclusions des études réalisées, les dispositions envisagées avec les principes fonctionnels retenus au regard des objectifs du réexamen établis en phase orientation.

La réévaluation de la maîtrise des risques et inconvénients conduite dans le cadre du Réexamen Périodique s'accompagne également de la mise à jour correspondante du Rapport de Sécurité (RDS), aussi bien le volet Palier que le volet Site, ainsi que de la mise à jour du référentiel d'exploitation.

Le bilan de la phase générique du réexamen périodique fait l'objet d'une prise de position par l'ASN.

Enfin, la dernière phase du réexamen est la déclinaison des conclusions du réexamen réacteur par réacteur.

Cette phase comprend la réalisation des contrôles de conformité aux exigences applicables en entrée de réexamen et le déploiement des dispositions d'amélioration de la sûreté.

EDF émet le Rapport de Conclusions du Réexamen (RCR) de chaque réacteur conformément à la réglementation.

Cette phase se conclut par la position de l'ASN, pour chaque réacteur, sur la poursuite du fonctionnement de l'installation jusqu'au réexamen suivant (au plus tard dix ans après la remise du RCR), émise suite à une phase d'analyse du RCR de chaque réacteur ainsi que de l'enquête publique associée, complétant ainsi la position ASN sur le volet générique.

Le planning ci-dessous précise ce cadencement pour le RP5-900.



## 2. OBJECTIFS VISES PAR EDF

### 2.1. OBJECTIFS DU VOLET RISQUES

Dans le cadre du volet risque du 4<sup>ème</sup> réexamen périodique du palier 900 MWe, EDF s'est fixé des objectifs particulièrement ambitieux qui ont conduit à des modifications d'ampleur dont la mise en œuvre a apporté des améliorations très significatives à la sûreté des réacteurs de 900 MWe, faisant tendre leur niveau de sûreté vers celui de l'EPR, autour des quatre thématiques suivantes :

- Accidents sans fusion du cœur :
  - Tendre vers des niveaux de conséquences radiologiques accidentelles ne nécessitant pas de mise en œuvre de mesures de protection de la population.
  - Prendre en compte des conditions de fonctionnement et délais opérateur du référentiel déterministe de conception du réacteur EPR de Flamanville 3.
  - Diminuer le risque global de fusion du cœur de l'ordre de 30% suite à la réalisation des études probabilistes de sûreté de niveau 1.

- Respecter les critères de sûreté RP4-900 pour les études d'accidents en intégrant les évolutions de connaissances.
- Accidents avec fusion du cœur
  - Rendre extrêmement improbables les risques de rejets précoces et importants.
  - Eviter les effets durables sur l'environnement.
- Agressions :
  - Rendre robuste les installations aux agressions du référentiel et aux préconisations internationales (WENRA).
  - Réduire le risque de fusion du cœur global incluant les agressions à quelques  $10^{-5}$  / année.réacteur.
- Piscine d'entreposage du combustible :
  - Rendre extrêmement improbable le risque de découverture des assemblages de combustible lors de vidanges accidentelles et de perte de refroidissement.
  - Mettre en place d'un moyen mobile de refroidissement permettant de diversifier la source froide et de renforcer le volet restauration du refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible en situation d'ébullition.

Ce réexamen a également permis le déploiement complet des dispositions du Noyau Dur, dont l'objectif est d'éviter des rejets importants et des conséquences durables sur l'environnement pour des situations Noyau Dur. Elles contribuent donc également directement aux quatre thématiques précédentes.

Compte tenu des améliorations de sûreté très significatives mises en œuvre à l'occasion du 4<sup>ème</sup> réexamen périodique et conformément à l'article L593-18 du code de l'environnement, en tenant compte de l'état des installations, du REX d'exploitation, de l'évolution des connaissances, dont celles sur le changement climatique et ses effets, ainsi que des règles applicables aux installations similaires, EDF a retenu comme orientations majeures de sûreté nucléaire du RP5-900 de :

- renforcer la vérification de la conformité des installations par rapport à leurs exigences applicables ;
- centrer la réévaluation de sûreté autour des agressions externes en lien avec le changement climatique et de la prise en compte des enseignements du séisme du Teil pour les sites de Cruas et Tricastin.

### **2.1.1. Apprécier la situation des installations au regard des règles qui leur 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 de 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 de traitement des écarts de conformité qui sont identifiés au cours du fonctionnement de l'installation, EDF met en œuvre à l'occasion du réexamen périodique d'importants moyens de vérification de la conformité des installations avec pour objectif premier de vérifier en amont des visites décennales, la conformité des tranches au référentiel des exigences applicables en entrée de réexamen.

La vérification en RP5-900 de la conformité des installations repose sur plusieurs volets :

- la valorisation du programme pluriannuel de maîtrise de la conformité au moment du réexamen et la réalisation de contrôles spécifiques sur le terrain (cf. §3.1.1) ;

- la maîtrise du vieillissement (cf. §3.1.2.1) et de l'obsolescence des composants d'intérêt de l'installation (cf. §3.1.2.2) ;
- le Programme d'Investigations Complémentaires (PIC) (cf. §3.1.2.3) dont l'objectif est de conforter les hypothèses sur l'absence de dégradations en service dans des zones non couvertes par les Programmes de Base de Maintenance Préventive (PBMP) ou par des programmes particuliers de maintenance ;
- le Maintien de Qualification (cf. §3.1.3) dont l'objectif est de démontrer le capacité des matériels requis à fonctionner en conditions accidentelles jusqu'à au moins 60 ans ;
- la mise à jour des Dossiers de Référence Réglementaires (cf. §3.1.4).

### **2.1.2. Actualiser l'appréciation des risques au regard de l'évolution des facteurs de risques externes par rapport au précédent réexamen**

Les orientations de la réévaluation de sûreté du RP5-900 sont centrées sur les évolutions suivantes par rapport au précédent réexamen périodique :

- **Réévaluation de sûreté pour les agressions externes en lien avec le changement climatique :**
  - S'assurer de la robustesse des installations à des niveaux d'agressions réévalués à l'occasion du réexamen ainsi qu'aux préconisations internationales (WENRA). Les agressions concernées sont les suivantes :
    - les Grands Chauds, volets « air » et « eau » (cf. §3.2.2.1) ;
    - l'inondation externe : niveau marin et pluies (cf. §3.2.2.2) ;
    - les Plus Basses Eaux de Sécurité « PBES » (cf. §3.2.2.3) et l'Ensablement / Envasement (cf. §3.2.2.4).
  - Tirer les enseignements des EPS agressions réalisées
- **Réévaluation de sûreté en lien avec les évolutions de connaissance :**
  - Prendre en compte les suites du séisme du Teil pour les sites de Cruas et Tricastin (cf. §3.2.3).

En complément, conformément à la réglementation :

- EDF réexaminera, pour les risques radiologiques, les données relatives aux modifications apportées au voisinage de son installation susceptibles de modifier la nature, l'importance ou la probabilité d'une agression externe, avec l'objectif suivant :
  - Vérifier l'absence d'évolution significative des sources d'agressions externes liées à l'activité humaine pouvant remettre en question les conclusions des études RP4-900. En effet, la dynamique d'évolution de l'environnement des CNPE étant indépendante de l'exploitant, cette vérification est réalisée de manière périodique. Dans le cas d'une évolution significative, une reprise d'études sera réalisée. Les agressions concernées sont notamment les suivantes :
    - l'agression par dérive d'une nappe d'hydrocarbures (cf. §3.2.4.1) ;
    - les risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication (cf. §3.2.4.2) ;
    - le risque aérien (cf. §3.2.4.3).
- EDF réexaminera, pour les risques non radiologiques ou faiblement radiologiques, les éléments de la démonstration de sûreté existante (cf. §3.2.4.4). Le cas échéant, les études seront mises à jour et versées dans les RDS de sites.

## **2.2. OBJECTIFS DU VOLET INCONVENIENTS**

Tel que rappelé en introduction (cf §1.1), depuis la conception des CNPE, EDF a mis en œuvre un processus d'amélioration continue de la maîtrise des inconvénients que ses installations présentent. Cette démarche d'amélioration continue repose sur une approche proportionnée à l'importance des inconvénients<sup>1</sup> présentés par l'installation, qui se traduit par la mise en œuvre d'actions contribuant à la réduction des impacts sur la santé et l'environnement que le fonctionnement des CNPE peut engendrer.

En tenant compte de l'état des installations, du REX d'exploitation, de l'évolution des connaissances dont celles sur le changement climatique et ses effets, ainsi que des règles applicables aux installations similaires, EDF a décidé de retenir comme orientations majeures de maîtrise de inconvénients du cinquième réexamen périodique du palier 900 MWe de :

- Renforcer la vérification de la conformité des installations par rapport aux exigences applicables ;
- Adapter ses installations au changement climatique, en cohérence avec :
  - la raison d'être d'EDF : construire un avenir énergétique neutre en CO2, conciliant préservation de la planète, bien-être et développement, grâce à l'électricité et à des solutions et services innovants ;
  - le plan d'action gouvernemental pour une gestion résiliente et concertée de l'eau présenté en Mars 2023 ;
  - l'ambition de limiter l'empreinte environnementale des installations de production d'électricité en optimisant leurs prélèvements et rejets dans l'environnement.

### **2.2.1. Apprécier la situation des installations au regard des règles qui leur sont applicables**

Dans le cadre du volet « inconvénients » du RP5 900, EDF apprécie la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables dans le domaine des inconvénients :

- vérifier la conformité de l'installation au référentiel des exigences applicables :
  - examiner la conformité de l'installation aux exigences réglementaires applicables (cf. §4.1.1) ;
  - examiner la conformité des EIPI à leurs exigences définies (cf. §4.1.3) ;
  - établir les bilans d'exploitation sur 10 ans (cf. §4.1.4) et, en fonction des résultats obtenus, examiner, au regard des enjeux, d'autres équipements pertinents dont la défaillance pourrait remettre en cause la protection des intérêts (cf. §4.1.5) et réévaluer, le cas échéant, l'adéquation des limites de rejets par rapport au retour d'expérience des rejets ou aux besoins futurs (cf. §4.1.6) ;
- intégrer les meilleures pratiques d'exploitation (cf. §4.1.4) et les enseignements des événements significatifs (cf. §4.1.2) dans le retour d'expérience relatif à la maîtrise des inconvénients.

### **2.2.2. Actualiser l'appréciation des inconvénients présentés par les CNPE pour les intérêts protégés**

L'actualisation de l'appréciation des inconvénients présentés par les CNPE pour les intérêts protégés est développée sur la base des interactions de l'installation avec les différentes composantes de son environnement : l'air, les eaux superficielles et souterraines, les sols et la biodiversité. Pour chacune de ces composantes, cette actualisation vise à évaluer l'état de ces interactions et à étudier les potentielles améliorations au regard des enjeux.

---

<sup>1</sup> La gestion des déchets issus du fonctionnement normal des installations est également retenue par EDF comme relevant du domaine des inconvénients.

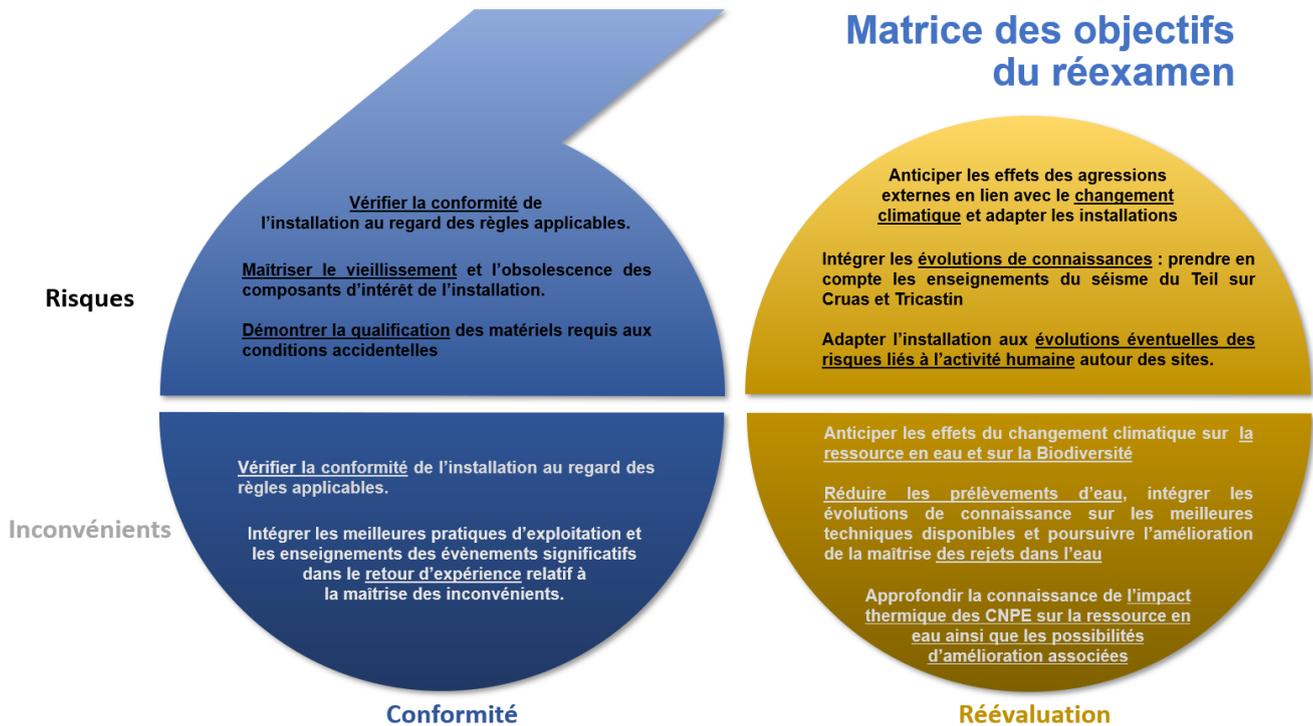
Les objectifs retenus dans le cadre du RP5 900 pour l'actualisation des inconvénients présentés par les CNPE pour les intérêts protégés sont les suivants :

- Anticiper les effets du changement climatique sur la ressource en Eau et la Biodiversité :
  - gérer et prendre en compte les conditions locales de la ressource en eau (cf. §4.2.1.1) ;
  - actualiser les évolutions hydroclimatiques et l'évaluation de la situation de chaque site au regard de ces évolutions (cf. §4.2.1.2) ;
  - préserver la biodiversité (cf §4.2.1.3).
- Réduire les prélèvements d'eau, intégrer les évolutions de connaissance sur les meilleures techniques disponibles et poursuivre l'amélioration de la maîtrise des rejets dans l'eau :
  - atteindre une réduction très significative des prélèvements d'eau en dehors des besoins nécessaires à la production et à la sûreté, conformément au plan eau, en étudiant les possibilités en matière d'économie et de réutilisation de l'eau (cf. §4.2.2.1).
  - approfondir la connaissance de la dilution des rejets liquides en aval du point de rejet, lorsque cela est nécessaire (cf. §4.2.2.2) ;
  - optimiser la gestion des effluents vis-à-vis notamment des situations d'étiage (cf. §4.2.2.3).
- Approfondir la connaissance de l'impact thermique des CNPE sur la ressource en eau ainsi que les possibilités d'amélioration associées :
  - mettre à jour les études de dilution vis-à-vis de l'impact thermique pour les CNPE où cela est jugé nécessaire (cf. §4.2.2.2) ;
  - poursuivre le programme de recherche « Thermie-Hydrobiologie » en concertation avec les acteurs scientifiques (cf. §4.2.3.1) ;
  - étudier, pour les réacteurs bord de rivière en circuit ouvert, la faisabilité d'ajout de tours aéroréfrigérantes permettant de reprendre tout ou partie de la charge thermique du cycle eau vapeur des réacteurs (cf. §4.2.3.2).

### **2.3. SYNTHÈSE DES OBJECTIFS VISES PAR EDF**

Les orientations majeures retenues par EDF pour RP5 900 permettent de constituer la « Matrice des objectifs RP5 900 » suivante :

## Matrice des objectifs du réexamen



### **3. VOLET I – RISQUES**

Ce chapitre détaille, pour les différents objectifs rattachés au volet « Risques » présentés au §2.1, le programme de travail proposé par EDF pour le RP5-900.

La liste des livrables prévus pour chaque thème est précisée en annexe 1.

#### **3.1. APPRECIATION DE LA CONFORMITE DES INSTALLATIONS**

##### **3.1.1. Vérification de la conformité des installations**

Depuis les deuxièmes visites décennales, la vérification de la conformité de l'installation aux exigences applicables en entrée de réexamen est portée par l'Examen de CONformité des Tranches (ECOT), qui vient en complément des dispositions d'exploitation courantes (Essais Périodiques du chapitre IX des RGE, PBMP, Essais de Requalification, ...), sans se substituer à celles-ci. L'Examen de Conformité s'appuie sur une démarche structurée, visant à identifier, à partir d'une analyse du retour d'expérience d'exploitation, des thématiques d'intérêt, pour lesquelles des contrôles complémentaires apparaissent pertinents. Ces vérifications s'articulent selon 2 axes :

- des contrôles *in situ* réalisés par l'exploitant avant et au plus tard lors de la Visite Décennale concernée,
- un examen de la documentation d'exploitation, de programmes de contrôles ou d'essais, de modes opératoires et de consignes.

Dans le cadre des quatrièmes visites décennales du palier 900 MWe, en réponse à la demande formulée par l'ASN, EDF a complété cette démarche historique menée depuis les deuxièmes visites décennales par des contrôles complémentaires, en privilégiant des contrôles *in situ*. Ces visites terrain, appelées visites CONF1, visaient à développer une vision transverse sur des matériels EIPS ciblés, pour vérifier, avec une équipe multi-spécialités, que les exigences de sûreté applicables à ces matériels sont respectées et qu'en outre, leur environnement n'induit pas de risque susceptible d'affecter leurs missions de sûreté. Pour la mise en œuvre de cette nouvelle démarche à l'occasion des VD4 900, les matériels EIPS retenus pour les visites terrain CONF1 ont été des matériels contribuant directement au repli et au maintien en état sûr : les pompes ASG, la bache ASG, les pompes SEC, les échangeurs RRI/SEC et les diesels LHP/Q.

L'ensemble de ces démarches conduit à réaliser un volume de contrôles très conséquent à l'occasion des VD4 900.

EDF a poursuivi ses réflexions sur la maîtrise de la conformité de ses installations pour que la maîtrise de la conformité ne soit plus seulement un sujet majeur des réexamens périodiques mais devienne une démarche ancrée dans l'exploitation des CNPE au fil du temps, indépendamment des réexamens périodiques. La mise en place de cette vision pluriannuelle de la conformité a débuté, de façon à être totalement déployée d'ici les cinquièmes visites décennales.

Cette vision est basée sur deux axes :

- L'identification en continu, à partir de l'analyse du retour d'expérience, de thèmes de contrôles au titre de la maîtrise de la conformité à travers la mise en place de la démarche « Maîtrise de la conformité des EIP ». A l'inverse des ECOT antérieurs au RP5 900, l'analyse en continu des signaux forts (ESS, EIS) et faibles (résultats des ECOT antérieurs, constats, ...) en lien avec la maîtrise de la conformité permet de déterminer un programme pluriannuel de contrôles sur site. Ce programme pluriannuel s'incrémente donc au fil de l'eau, indépendamment du rythme des réexamens des différents réacteurs. Pour chaque réacteur, les résultats des contrôles réalisés lors d'une période à fixer avant le début de la cinquième visite décennale, seront intégrés dans le RCR correspondant. EDF informera l'ASN de manière continue des contrôles en préparation et en réalisation. En complément, EDF transmettra à

l'ASN chaque année un document de synthèse présentant la programmation des contrôles identifiés, leur avancement et les résultats obtenus.

- De visites réalisées in situ :  
EDF va renforcer les visites terrain réalisées dans le cadre du RP5 900. En phase de préparation, les programmes de visite sur chacun des circuits retenus seront transmis à l'ASN. Les visites porteront sur des matériels clés des quatrième et cinquième réexamen de sûreté du palier 900 MWe. Ces programmes s'appuieront sur la méthode utilisée pour la visite type « CONF 1 » réalisée dans le cadre du RP4 900 et préciseront pour chacun des systèmes retenus :
  - Les observables associés aux matériels,
  - L'organisation de réalisation des visites sur site.

Une Disposition Particulière (DP) spécifiera les modalités de déclinaison de l'examen de conformité sur les CNPE et sera transmise à l'ASN

Le bilan des visites terrain réalisées sera intégré au RCR.

L'exploitant résorbera, au plus tard lors de la visite décennale précédant la remise du rapport de conclusion du réexamen, les écarts ayant un impact sur la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement qui auront été identifiés préalablement à celle-ci.

En cas de difficulté particulière, l'exploitant justifiera, 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'auront pas pu être corrigés lors de celle-ci, l'exploitant justifiera le calendrier de leur résorption dans le cadre du dossier susvisé.

### **3.1.2. Maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence**

#### **3.1.2.1. Maîtrise du vieillissement**

La démarche destinée à assurer la maîtrise du vieillissement des réacteurs, à partir de leur troisième réexamen périodique, a été définie dans un guide méthodologique, actualisé en 2020.

Le processus porte, pour le RP5-900, sur :

- les Structures, Systèmes et Composants (SSC) importants pour la sûreté (EIPS) ;
- les SSC non EIPS, agresseurs potentiels de SSC EIPS du fait de leur vieillissement, identifiés dans les différentes études d'agressions (par exemple : séisme événement, inondation interne) ;
- les SSC non EIPS qui, au titre des EPS (Etudes Probabilistes de Sûreté) de niveau 1, contribuent de manière significative à la limitation du risque de fusion du cœur ;
- les autres SSC pris en compte au titre des EPS agressions séisme, incendie et inondation interne.

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, notamment au regard de l'approche préconisée par l'AIEA dans son Safety Guide n° SSG-48 «Ageing Management and Development of a Programme for Long Term Operation of Nuclear Power Plants» et des « Safety Reference Levels I » de WENRA 2020.

### **Processus générique national**

La méthode générique relative à la maîtrise du vieillissement des SSC est décrite dans le guide méthodologique « La maîtrise du vieillissement des tranches REP ».

Elle 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.

A l'issue de cette analyse, chaque FAV fait l'objet d'un classement :

- statut 0 : les dispositions d'exploitation et de maintenance sont bien adaptées ;
- statut 1 : instruction complémentaire à mener pour garantir que le vieillissement est sous contrôle (statut d'attente) ;
- statut 2 : nécessité de constituer un Dossiers d'Aptitude à la Poursuite de l'Exploitation (DAPE) pour le composant concerné.

Les FAV font l'objet d'un réexamen annuel afin d'intégrer les nouveaux éléments de retour d'expérience national et international, les mises à jour de référentiel de maintenance et l'amélioration des connaissances.

Les DAPE composant sont mis à jour tous les 5 ans pour capitaliser les résultats des travaux effectués et pour intégrer les référentiels de chaque nouveau réexamen, avec une latitude d'une année de manière à ajuster la date de révision du DAPE composant au planning des arrêts VD.

Ils concluent sur l'aptitude du matériel à poursuivre son exploitation, en décrivant les actions, programmes ou études spécifiques à mener pour assurer la maîtrise du vieillissement, incluant les aspects surveillance en service, maintenance courante et exceptionnelle, conditions d'exploitation, modifications éventuelles, actions de R&D.

### **Processus local par tranche**

Chaque CNPE crée et met à jour les DAPE de tranche.

Après avoir analysé les spécificités éventuelles de la tranche, le CNPE formalise dans le DAPE de tranche, la déclinaison des DAPE composant et FAV établis au niveau national. Il complète l'analyse générique si nécessaire, en prenant en compte des matériels spécifiques et/ou des mécanismes non couverts par les autres FAV.

Le DAPE de tranche présente les spécificités locales du programme de Maîtrise du Vieillissement de la tranche, établi pour compléter la démonstration de l'aptitude à la poursuite d'exploitation de la tranche concernée, jusqu'à l'arrêt VD suivant et dans des conditions de sûreté satisfaisantes.

Le DAPE de tranche (indice 0) est établi avant l'arrêt VD.

Il est complété après la 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 FAV nouvelles émises depuis la rédaction de l'indice 0, et celles dont le statut a évolué à la hausse ;

- décrire le 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.

### **Application au cinquième réexamen périodique du palier 900 MWe**

La démarche portera sur les composants remplaçables et non remplaçables. Des précisions sont apportées ci-après sur les composants non remplaçables, à savoir la cuve et l'enceinte de confinement.

EDF transmettra à l'ASN les FAV et les DAPE composants couvrant une durée de fonctionnement jusqu'au sixième réexamen périodique.

S'agissant des matériels mécaniques constituant l'enceinte sous pression du CPP et des CSP, soumis aux exigences de l'arrêté d'exploitation de 1999, EDF doit établir des Dossiers de Référence Réglementaires (DRR) justifiant la tenue des matériels face aux différents dommages identifiés et aux risques de rupture brutale. A chaque état de référence décennal du palier concerné, ces dossiers sont élaborés (ou mis à jour) en prenant en compte les différentes modifications matériels et d'exploitation mises en place dans le cadre du réexamen de sûreté.

Les DRR (cf. §3.1.4) sont des données d'entrée des doctrines de maintenance et des PBMP qui en découlent. Ils sont également indiqués dans les FAV des matériels concernés.

Ainsi, le délai de fourniture des DRR palier, intervenant lors du redémarrage de la première tranche TTS du palier, le DAPE de cette tranche ne peut donc pas intégrer les documents nationaux mis à jour avec le nouveau référentiel (PBMP, FAV, DAPE composants). Pour cette situation, une réconciliation sera effectuée après la parution du nouveau DRR, consistant à analyser l'impact du DRR et à mettre à jour, en tant que de besoin, les doctrines de maintenance, les PBMP associés, les FAV lors de l'édition annuelle suivante et les DAPE composants à l'édition quinquennale suivante. L'ensemble de ces dispositions constitue la réconciliation intégrant le changement de référentiel entre VD4 et VD5.

De même, les CNPE qui auront établi un DAPE de tranche avant cette phase de réconciliation (cas des tranches TTS du palier) établiront une note complémentaire au DAPE de tranche, qui analysera l'impact des nouvelles FAV concernées par la mise à jour du DRR et des PBMP. Au besoin, les CNPE pourront intégrer des actions au PLMV du site, lors de sa mise à jour annuelle.

Dans le cadre du RP5 900, EDF intégrera également les évolutions suivantes au processus de maîtrise du vieillissement :

- Modification des FAV afin de se rapprocher davantage encore du format documentaire AIEA en ajoutant les informations suivantes :
  - Nature des matériaux
  - Environnement
  - Information concernant la présence d'un TLAA (Time Limited Aging Analysis)
  - Dispositions relatives à la mitigation.
- Revue d'exhaustivité des couples SSC/mécanismes à partir des Repères Fonctionnels des matériels :
  - Vérification de l'exhaustivité de la liste des SSC considérés dans le scope ;
  - Vérification de la prise en compte de tous les mécanismes potentiels (avec un regard particulier concernant la Fatigue thermique et la CSC, suite aux REX récents) ;
  - Vérification de la prise en compte de tous les mécanismes avérés (exploitation des résultats du programme engagé suite au REX lignes RIS N4 et P'4).

### **Aspects « Cuve »**

Les deux zones du corps de cuve et exposées à un phénomène de vieillissement sont la zone de cœur et, dans une moindre mesure, les tubulures de sortie.

En zone de cœur, la stratégie de maintenance de la cuve repose sur la maîtrise de l'irradiation et de ses conséquences, ainsi que sur la surveillance en service.

Le contrôle de l'état de chaque cuve est assuré en réalisant des examens non destructifs (programme de surveillance à périodicité décennale), en suivant les propriétés des matériaux sur éprouvettes (Programme de Surveillance des Effets de l'Irradiation, ou PSI, spécifique à chaque cuve) et par la comptabilisation des situations de fonctionnement du CPP.

La zone de cœur est entièrement examinée, à chaque VD, avec un procédé END qualifié dont les capacités de détection et de caractérisation sont proches des limites techniques industrielles et au niveau des meilleures techniques disponibles.

Conformément à la réglementation, un nouveau dossier de justification de la zone de cœur des cuves du palier 900 sera établi pour couvrir la période d'exploitation VD5 / VD6. Pour la constitution de ce dossier de justification, les pratiques d'ingénierie retenues s'inscriront dans la continuité de celles retenues dans le dossier de tenue en service des zones de cœur des cuves du palier 900 MWe pour la période allant jusqu'à RP5+10 ans.

Le PSI repose, pour chaque cuve, sur l'exploitation de capsules soumises à irradiation, contenant des éprouvettes représentatives des matériaux de cuve (métal de base et joint soudé) et des dosimètres (évaluation de la fluence). L'irradiation accélérée par rapport à la zone de cœur permet de suivre l'évolution des propriétés des matériaux avec 10 ans d'avance au moins pour toutes les échéances décennales. Suite à l'insertion de capsules d'irradiation supplémentaires sur toutes les tranches, la surveillance mise en œuvre permet de couvrir une durée de fonctionnement de 60 ans au moins.

Concernant les tubulures de sortie, le vieillissement thermique reste limité compte-tenu des faibles taux de phosphore dans les matériaux. L'analyse des tubulures de sortie sera réalisée dans le cadre de la mise à jour des Dossiers Réglementaires de Référence.

Par ailleurs, la comptabilisation des situations permet de vérifier la cohérence entre conditions d'exploitation et dossier de justification.

Enfin, en zone de cœur et dans les tubulures, aucune maintenance exceptionnelle de type réparation n'est envisagée à ce jour, les stratégies de maintenance et d'exploitation restent dans la continuité des stratégies actuelles.

### **Aspects « Enceinte de confinement »**

Les principaux mécanismes de vieillissement susceptibles de se développer dans les enceintes de confinement du palier 900 MWe sont :

- le retrait-fluage du béton, dont le moteur principal est le séchage du béton qui conduit à une diminution de la précontrainte du fait des déformations différées ;
- les réactions de gonflement interne telles que la réaction alcali-granulats ou la réaction sulfatique interne, phénomènes à cinétique lente ;
- la corrosion des armatures, favorisée par la carbonatation au contact du CO<sub>2</sub> atmosphérique ;
- la corrosion par piqûres de la peau métallique en liaison avec la fonction confinement de l'enceinte.

Les inspections visuelles et les mesures d'auscultation effectuées aussi bien en exploitation courante qu'en visite décennale, permettent de déceler une éventuelle anomalie dans le comportement de l'enceinte et d'assurer un suivi régulier. Les mécanismes de vieillissement entraînant des pertes de précontrainte, sont liés au retrait et au fluage du béton, phénomènes pour lesquels les mesures d'auscultation permettent de montrer des vitesses d'évolutions aujourd'hui amorties.

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).

L'enceinte fait l'objet d'un suivi à travers un programme de base de maintenance préventive (PBMP). Son étanchéité est suivie lors d'essais périodiques et lors des visites décennales de l'enceinte.

L'enceinte peut faire l'objet, si besoin, de réparations ou de renforcements visant à consolider l'étanchéité de certaines traversées (changement des joints des TAM et SAS)) ou pour pérenniser le suivi du comportement (compléments au Dispositif d'Auscultation Optimale).

La maintenance des enceintes est basée sur une surveillance périodique s'exerçant :

- tranche en fonctionnement (dispositifs d'auscultation et inspections) ;
- en arrêt de tranche pour rechargement (essais périodiques) ;
- en visite décennale (épreuve enceinte, qui s'accompagne d'inspections, et de mesures d'épaisseurs par sondage).

Le périmètre comprend :

- les éléments de structure de l'enceinte elle-même ;
- les autres composants participant à l'étanchéité : traversées mécaniques dont TAM et SAS, traversées électriques, revêtements d'étanchéité, enceinte externe.

La maîtrise du vieillissement des enceintes s'appuie sur la doctrine de maintenance et le programme de base de maintenance préventive (PBMP), avec les fiches de maintenance génie-civil (FMGC) et les règles d'essais périodiques.

Cela doit permettre de vérifier que :

- le maintien des performances mécaniques des enceintes dans la durée est garanti ;
- en terme d'étanchéité, le critère de taux de fuite fixé au chapitre IX des RGE qui intègre une marge pour vieillissement, est respecté.

Les traversées d'enceintes, autre source de fuite potentielle, sont contrôlées lors d'essais périodiques réguliers, en général à chaque arrêt.

Pour ce qui concerne la corrosion par piqûres de la peau métallique, les traitements mis en œuvre en fond de bâtiment réacteur dans les années 90 ont permis de traiter la peau sous le béton mort et ne sont pas remis en cause par les résultats des épreuves enceintes, ni par les investigations menées sur Bugey 5 suite aux résultats de l'épreuve enceinte réalisée en 2015. Les mesures d'épaisseur réalisées ne montrent pas de diminution de l'épaisseur de la peau métallique.

### 3.1.2.2. Veille et traitement des obsolescences des matériels et pièces de rechange

Tous les matériels qui participent au fonctionnement des tranches et à leur disponibilité sont susceptibles d'être concernés par l'obsolescence.

Un processus pérenne a ainsi été mis en place par EDF au niveau national qui s'appuie sur les Centres d'Ingénierie, les CNPE, pour assurer la veille et garantir le traitement d'obsolescence des matériels et pièces de rechange afin de garantir la sûreté et la disponibilité des tranches nucléaires d'une part, mais aussi le maintien du Patrimoine d'autre part. Ce processus et l'organisation associée visent à :

- assurer une veille efficace : la détection à temps d'une future obsolescence permet d'anticiper ou d'éviter le traitement ;
- associer la veille technologique à la politique industrielle ;
- prioriser et réaliser les traitements de l'obsolescence en fonction des enjeux et des risques ;
- déclarer les alertes, suivre les traitements à l'aide d'un outil qui constitue ainsi le registre national des obsolescences accessible à toutes les entités d'EDF ;
- prendre en compte du REX.

### 3.1.2.3. Programme d'Investigations Complémentaires (PIC)

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 depuis les deuxièmes visites décennales des paliers 900 MWe et 1300 Mwe. Les examens proposés, au titre du PIC, sont définis en complément au référentiel de surveillance et de maintenance applicable.

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

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

- L'analyse du référentiel de maintenance et de surveillance ;
- Le résultat des PIC précédents ;
- L'analyse du processus de maîtrise du vieillissement ;
- Le retour d'expérience d'exploitation français et étranger, en particulier la détection de corrosion sous contraintes sur les lignes auxiliaires du circuit primaire sur les réacteurs des paliers N4 et P'4 ;
- L'analyse du maintien de la qualification des MQCA.

La démarche permet d'établir un programme d'investigations basé sur l'examen des éléments importants pour la protection des intérêts (EIP) qui ne font pas l'objet d'examens approfondis actuellement.

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 de façon à ne pas réaliser les mêmes sur plusieurs tranches d'un même site. Le choix des tranches est basé sur l'analyse des différentes

configurations de conception de tranche ou de palier. A défaut de particularité le choix est dicté par une répartition adaptée entre les différents arrêts programmés entre 2026 et 2029.

L'application de la méthodologie d'élaboration du périmètre du PIC 5<sup>ème</sup> RP 900 conduit à retenir 4 domaines, couvrant les EIP :

- Domaine « Circuits et matériels CPP et CSP » ;
- Domaine « Matériels électriques et contrôle-commande » ;
- Domaine « Circuits et matériels hors CPP et CSP » ;
- Domaine « Génie Civil ».

Les programmes d'investigations complémentaires seront prescrits aux CNPE par une Demande Particulière (DP). Si des dégradations sont constatées, à l'occasion de ces examens, elles seront traitées conformément aux procédures. Le cas échéant, si des constats de dommages sont mis au jour, les conséquences sur le référentiel de maintenance en seront tirées et intégrées dans le Rapport de Conclusion du Réexamen (RCR).

En phase de préparation du PIC, deux livrables seront transmis à l'ASN :

- Une note de méthodologie pour l'élaboration des programmes du PIC définissant le périmètre et les données d'entrée de l'analyse.
- Un programme détaillé faisant la synthèse des analyses et définissant les investigations prévues par sondage en amont et durant les arrêts VD5 900.

A l'issue des investigations, les livrables suivants seront établis et transmis à l'ASN :

- Une note de bilan du PIC pour chacune des tranches concernées. Elle sera intégrée au DAPE de tranche et restituée de manière synthétique dans le RCR transmis à l'ASN.
- Une note de synthèse globale du PIC émise à l'issue des dernières investigations.

### **3.1.3. Maintien de la qualification**

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) ont été qualifiés sur la base d'une durée de fonctionnement de 40 ans. A l'occasion du 4<sup>ème</sup> réexamen périodique, l'extension de la durée de qualification jusqu'à 50 ans a été démontrée. Une démarche de maintien de la qualification est reconduite sur ces matériels lors du 5<sup>ème</sup> réexamen pour garantir leur qualification jusqu'à 60 ans au moins.

Le programme industriel d'EDF pour poursuivre le fonctionnement des tranches après 50 ans consiste notamment 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.

### 3.1.3.1. Démarche générale

Cette démarche 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 aux conditions accidentelles sont principalement les matériels mécaniques non statiques IPS, les matériels électriques et de contrôle-commande IPS, ainsi que les matériels susceptibles d'être concernés par une exigence relative à l'étanchéité de la 3<sup>ème</sup> barrière et son extension.

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 Hautes Energie, Eau Chargée.

Ces exigences sont déclinées en sollicitations physiques indiquées dans des spécifications à respecter par les matériels. Pour simplifier, un profil standardisé enveloppe de ces sollicitations physiques est souvent associé au matériel : profils K1, K2 ou 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 poursuivre l'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 application de la norme internationale CEI/IEEE 60780-323 [Edition de février 2016 – Installations nucléaires – Equipements électriques importants pour la sûreté – Qualification], un programme d'extension de la qualification dit « programme de qualification progressive » est mis en œuvre 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.

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.

### 3.1.3.2. Déclinaison de la démarche de maintien de qualification des MQCA

#### Matériels mécaniques

Pour les matériels mécaniques, la stratégie de qualification progressive reposera 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,
- le contrôle des parties mécaniques, insensibles aux conditions accidentelles, par l'application des PBMP,
- le contrôle du maintien des performances par les essais périodiques.

Le programme de travail prévu par EDF prévoit que les stratégies de qualification aboutissent pour la TTS du 5ème RP 900 pour les matériels mécaniques. Pour certains matériels, ces stratégies valoriseront des remplacements complets ou partiels de composants.

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 Fiche d'Analyse du Vieillissement (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 été réalisées avec le concours des constructeurs.

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 50 ans est confirmée moyennant la poursuite des actions de maintenance visant à remplacer périodiquement les composants non métalliques sensibles au vieillissement.

### **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 Dossier d'Aptitude à la Poursuite d'Exploitation (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.

#### **3.1.4. Dossiers de référence réglementaires**

Conformément aux exigences des articles 4 et 5 de l'arrêté d'exploitation CPP/CSP du 10 novembre 1999, EDF prévoit la mise à jour aux hypothèses du cinquième réexamen périodique des Dossiers de Référence Réglementaires (DRR) du palier 900.

D'une manière générale, la mise à jour des DRR est réalisée en 3 étapes successives :

#### **Etape 1 – Analyse d'impact des hypothèses RP5**

Cette étape permet d'identifier les transitoires à reprendre après analyse des impacts des données d'entrée du RP5.

### **Etape 2 – Mise à jour des données d'entrée des études mécaniques**

Cette étape consiste à mettre à jour, en fonction des conclusions de l'étape 1, les chargements thermo-hydrauliques et mécaniques qui seront nécessaires à la réalisation des études mécaniques, en particulier, la mise à jour du Dossier Des Situations (DDS) du Dossier de Protection contre les Surpressions (DPS).

### **Etape 3 – Mise à jour des dossiers mécaniques**

Cette étape consiste à mettre à jour les études mécaniques des Dossiers d'Analyse du Comportement (DAC) et les Dossiers de Rupture Brutale (DRB) pour lesquelles des évolutions notables des données d'entrée (ie., susceptibles d'avoir un impact non négligeable sur les marges vis-à-vis de la démonstration de l'intégrité mécanique des composants du CPP/CSP) ont été identifiées à l'issue de l'étape 2

A l'issue de cette 3<sup>ème</sup> et dernière étape, EDF transmettra à l'ASN la note de collection DRR du palier 900, mise à jour au titre du RP5.

## **3.2. RÉÉVALUATION DE LA SÛRETÉ**

### **3.2.1. Démarche générale**

La réévaluation de sûreté RP5-900 a notamment pour objectif d'améliorer la prise en compte des agressions externes en lien avec le changement climatique. Pour atteindre cet objectif, EDF s'appuie sur sa démarche de prise en compte du changement climatique pour les agressions externes, réalisée en lien avec la publication périodique des rapports du Groupe d'expertise et de conseil Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC), et 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. EDF s'assure alors que le changement climatique ne remette pas en cause le bon dimensionnement des installations face aux aléas redoutés dont les caractéristiques seraient modifiées.

Les agressions concernées par le changement climatique (dont l'évolution est plausible ou certaine), sont:

- les Grands chauds,
- l'Inondation externe (Scénarios de Risque Inondation Pluie et Niveau Marin),
- les Plus Basses Eaux de Sécurité.

En plus de la réévaluation systématique des niveaux d'aléas des agressions affectées par le changement climatique, le RP5-900 s'intéressera également aux agressions externes sujettes à une évolution significative des données d'entrée, en particulier liées à des évolutions de l'activité humaine dans l'environnement autour des sites, de nature à impacter les niveaux d'aléas ou les conclusions des études.

Pour toutes les agressions pour lesquelles les conclusions des études sont susceptibles d'être remises en cause par l'évolution des données d'entrée ou des niveaux d'aléas, ces études seront reprises systématiquement. Si l'impact est limité au regard des marges disponibles, cette reprise d'étude ne sera pas systématique.

En cas de reprise d'étude :

- les règles appliquées seront celles utilisées dans le cadre du RP4 900 ;
- les analyses de robustesse menées en RP4 900 seront également reprises (hors RDS) :
  - Délai opérateur EPR (30 min pour la salle de commande, 1h pour les autres locaux)
  - Niveau d'aléa  $10^{-4}$  quand cela a un sens et qu'il est différent du niveau de référence
  - Vérification de l'absence d'effet falaise pour des agressions naturelles correspondant à une valeur cible de fréquence annuelle de dépassement inférieure à  $10^{-4}/\text{an}$ . Dans le cas spécifique des agressions d'origine naturelle non couvertes par les dispositions du noyau dur, l'analyse se fera sur la base de la méthodologie de prise en compte du niveau de référence T6 WENRA transmise mi-2021 dans le cadre du RP4-1300
- les études de conséquences radiologiques seront réactualisées sur la base de la méthodologie appliquée pour les réexamens RP4-1300 et RP3-N4. Cette démarche consiste à identifier les scénarios d'agression externe pouvant induire des conséquences radiologiques, puis de vérifier à titre de découplage l'acceptabilité de ces conséquences radiologiques par rapport aux limites associées aux conditions de fonctionnement de dimensionnement correspondant à des fréquences d'occurrence équivalentes.

Si les reprises d'études conduisent à des modifications (matérielles ou intellectuelles), EDF s'appuiera sur la démarche SOH (prise en compte des facteurs Sociaux Organisationnels et Humains) dont l'ambition est de s'assurer que les solutions d'ingénierie intègrent les exigences et contraintes organisationnelles et humaines liées aux contextes d'exploitation sur le terrain.

La démarche est mise en œuvre par EDF dans les processus d'ingénierie des modifications techniques, des évolutions de référentiel, d'organisation ou de méthodes sur le parc en exploitation et en démantèlement, afin que les solutions développées soient :

- faciles à exploiter ;
- fiables, minimisant les risques et conséquences d'erreur humaine et/ou organisationnelle ;
- efficaces, vis-à-vis des résultats d'exploitation attendus.

La démarche s'intéresse à l'exploitation et la maintenance des installations modifiées et aux moyens pour faciliter l'intégration des modifications sur les sites.

Par ailleurs, en cas d'identification de nouvelles actions à réaliser en local dans le cadre des études d'agression, la capacité des intervenants à les réaliser sera analysée dans la continuité des analyses menées en RP4 900, RP4 1300 et RP3 N4.

### **3.2.2. Anticipation des effets du changement climatique**

#### **3.2.2.1. Grands Chauds**

EDF a retenu de centrer la réévaluation de sûreté RP5-900 autour des agressions externes en lien avec le changement climatique, dont les Grands Chauds.

A ce titre, EDF déploiera une démarche adaptée à ces enjeux :

- Volet « Air » :

- Redimensionnement

EDF réévaluera les études thermiques de Redimensionnement en RP5 900 selon les enseignements issus de l'exercice de veille climatique 2024.

- Agression Canicule

A la suite des évènements caniculaires de 2003 et 2006, EDF a défini le domaine Agression Canicule correspondant aux niveaux de températures au-delà du Redimensionnement. En RP4 900, EDF a apporté les éléments démontrant la robustesse des installations jusqu'aux Températures Exceptionnelles du référentiel Grands Chauds, appliquées pour une durée de 14 jours consécutifs et a décliné l'ensemble de la démarche « Agressions », intégrant notamment les préconisations WENRA.

EDF retiendra un niveau d'aléa de conception de 50°C pour le dimensionnement des modifications. Ceci correspond à une valeur repère significativement au-delà des maximas historiques rencontrés et des niveaux d'aléas applicables en RP4 900.

Pour la gestion des températures comprises entre les Températures Exceptionnelles du référentiel Grands Chauds applicables en RP4 900 et ce niveau d'aléa de conception retenu en RP5 900, EDF identifiera les EIPS sensibles à un accroissement des températures extérieures. Pour ces EIPS sensibles, EDF définira et mettra en œuvre des dispositions Canicule permettant de revenir aux conditions de la démonstration RP4 900 ou permettant de garantir leur disponibilité.

Les dispositions Canicule apporteront notamment une amélioration des éléments suivants :

- La performance des Groupes Electrogènes de Secours (GES) diesels,
- Le conditionnement des locaux abritant les matériels de sauvegarde (ex : ASG),

EDF transmettra les niveaux d'aléas actualisés permettant de vérifier le caractère enveloppe de l'aléa de conception considéré.

EDF transmettra les éléments de dimensionnement des dispositions Canicule pour le site de Tricastin et pour le site de Bugey. Les éléments de dimensionnement des dispositions Canicule pour les autres sites du palier CPY seront transmis selon le calendrier de déploiement du palier.

En complément des analyses déterministes, EDF réalisera des EPS simplifiées de l'agression canicule pour deux sites (Bugey et un site CPY à définir), intégrant le retour d'expérience des premiers développements réalisés en RP4-1300, et en tirera les enseignements associés ;

- Volet « Eau » :

EDF réévaluera la robustesse des chaînes de refroidissement pour l'ensemble des situations de fonctionnement définies dans le référentiel Grands Chauds en RP5 900 selon les enseignements issus de l'exercice de veille climatique 2024.

### **3.2.2.2. Inondations externes**

Suite à la tempête et à l'inondation survenues sur Blayais en 1999, le référentiel inondation externe « Démarche REX-Blayais » a été décliné sur le palier 900 MWe. Ce référentiel prend notamment en compte les conclusions du GP dédié de 2007. Ce référentiel a évolué suite à la parution en 2012 du Guide ASN n°13 relatif à la protection des INB contre les inondations externes pour intégrer l'ensemble des situations de référence pour le risque inondation (SRI), à savoir :

- les pluies locales (PLU) ;

- les crues sur un grand ou un petit bassin versant (CGB, CPB) ;
- les dégradations ou dysfonctionnement d'ouvrages, de circuits ou d'équipements (DDOCE) ;
- les phénomènes d'intumescence – dysfonctionnement d'ouvrages hydrauliques (INT) ;
- la remontée de la nappe phréatique (RNP) ;
- la rupture d'un ouvrage de retenue (ROR) ;
- le clapot (CLA) ;
- le niveau marin (NMA) ;
- les vagues océaniques (VAG) ;
- les seiches (SEI)\*.

\* : *non concerné pour le palier 900*

Sur le palier 900 MW, le référentiel issu du Guide n°13 a été décliné lors du RP4-900 dans les Dossiers De Site stade 5 (DDS5).

Dans le cadre de la RP5-900, ces études seront révisées si nécessaire pour prendre en compte les enjeux majeurs du réexamen pour la thématique Inondation Externe :

- l'adaptation au changement climatique
- les évolutions de connaissances remettant en cause de manière significative les données d'entrée utilisées dans les études.

Les SRI NMA (et VAG), PLU (et CPB) sont impactées par le changement climatique et feront donc l'objet d'une réévaluation prenant en compte les évolutions de données entre le RP4 900 et le RP5 900. Les positions et actions issues des différentes instructions du RP4 900 seront intégrées pour ces SRI dans les DDS en RP5 900.

Pour les SRI CGB et ROR (et INT et CLA), une étude d'impact des évolutions topographiques/bathymétriques susceptibles d'impacter la modélisation des crues sera réalisée ainsi qu'une veille sur l'occurrence d'un éventuel événement climatique majeur (crue centennale) qui surviendrait antérieurement à la séquence d'étude du réexamen RP5 900. Le DDS sera mis à jour si un impact est avéré sur les niveaux au droit des sites en prenant en compte les positions et actions RP4 900. En revanche, les études RP4 900 seront conservées en cas d'absence d'impact significatif des évolutions de données topographiques/bathymétriques ou d'évènement climatique majeur (sans prise en compte des positions et actions dans ce cas).

Pour la SRI DDOCE, la nécessité de reprise des études propres à chacun des sites sera évaluée au regard de l'évolution des caractéristiques de site (topographie et occupation des sols). En cas d'absence ou de faible évolution, les études réalisées au titre du RP4 pourraient être conservées.

Les autres SRI ne sont pas concernées par les enjeux majeurs du RP5 900, les études RP4 900 seront conservées.

Concernant la prise en compte du Noyau Dur, c'est-à-dire la prise en compte d'aléas plus sévères que les aléas de référence, il est considéré que l'évolution à la hausse d'un aléa de référence ne justifie pas la révision de l'aléa Noyau Dur, dès lors que la marge entre aléa de référence et aléa Noyau Dur reste suffisante.

Dans le cas d'une évolution à la hausse de l'agression de référence, EDF vérifiera qu'il subsiste une « marge suffisante » entre le niveau de l'aléa de dimensionnement et la conception des protections ND.

En complément des analyses déterministes, en cas d'évolution notable des aléas concernant l'inondation externe (crue fluviale et surcote) par rapport au RP4-900, EDF mettra à jour les EPS correspondantes et en tirera les enseignements associés.

### **3.2.2.3. Agression Plus Basses Eaux de Sécurité (PBES)**

Le Référentiel d'exigences de sûreté applicables à la protection contre l'agression Plus Basses Eaux de Sécurité (PBES) a été décliné en RP4 900.

L'évolution du niveau marin moyen sous l'effet du changement climatique rend a priori la situation actuelle vis-à-vis des bas niveaux de mer conservative. Toutefois, de récentes études indiquent une évolution vers un temps plus anticyclonique en France sans qu'il soit possible à ce stade d'attribuer cette évolution au changement climatique, ni de se prononcer sur son influence potentielle sur les décotes de basse mer. Les débits d'étiage sont quant à eux identifiés comme sensibles au changement climatique.

Dans le cadre du RP5-900, EDF vérifiera l'adéquation de la protection des tranches vis-à-vis de l'agression PBES et aux cumuls plausibles associés, en réévaluant le niveau d'aléas pour tous les sites. Pour les sites Bord de Rivière, la réévaluation tiendra compte de l'impact du changement climatique en utilisant les travaux engagés suite aux demandes réalisées dans le cadre du réexamen RP4 900.

Pour les sites Bords De Mer, les études de robustesse à l'agression PBES seront reprises si le niveau réévalué RP5 900 est plus bas que le niveau RP4 900, sinon les études RP4 900 seront conservées.

Pour les sites Bords De Rivière, les études de robustesse à l'agression PBES seront reprises en fonction de l'évolution du niveau RP5 900 réévalué et en considérant les travaux réalisés en réponse aux demandes RP4-900.

### **3.2.2.4. Agression Ensablement / Envasement**

Pour le canal d'amenée, la maîtrise du phénomène d'ensablement / envasement repose sur la mise en œuvre d'un suivi bathymétrique régulier, le respect des critères de dragage et la réalisation d'opération de dragage en cas d'atteinte des critères de dragage. Si nécessaire, l'arrêt des pompes de production sur atteinte d'un seuil de niveau bas permet de garantir l'absence de passage en écoulement torrentiel.

Le niveau PBES est une donnée d'entrée pour la définition des critères de dragage et pour la vérification de leur robustesse au fur et à mesure des réexamens. L'évolution à la baisse du niveau PBES peut générer la nécessité de mettre à jour les critères de dragage actuels.

Pour les autres ouvrages de la station de pompage, le REX des sites et la mise en place de dispositions organisationnelles adaptées (bathymétrie, inspection, nettoyage...) qui reposent sur les Programmes de Base de Maintenance Préventive (PBMP) déclinés sur chaque site et sur des gammes de maintenance propres aux sites, permettent de garantir la robustesse des ouvrages vis-à-vis du phénomène ensablement / envasement.

Si nécessaire, en fonction de l'évolution du niveau PBES, les études de déclinaison Ensablement / Envasement pour le canal d'amenée seront mises à jour. Dans le cas contraire, les études RP4 seront conservées.

### **3.2.3. Prise en compte de l'évolution des connaissances : Séisme du Teil**

Depuis la conception, de nombreux études et travaux ont été réalisés sur le palier 900 MWe vis-à-vis du risque sismique, ce qui a conduit à améliorer significativement la sûreté de ce palier vis-à-vis du risque sismique et garantir ainsi le bon niveau de robustesse des ouvrages et équipements ( prise en compte de la torsion et des vibrations de plancher, prise en compte des enseignements de l'accident de Fukushima via le Séisme Noyau Dur, vérification d'absence d'effet falaise, comparaison par rapport aux niveaux WENRA).

Ainsi à l'issue du RP4 900, EDF a vérifié la robustesse des installations du palier 900 MWe aux niveaux SMS définis selon la RFS 2001-01 en s'appuyant sur les pratiques internationales dans ce domaine (tenue des SSC classés au séisme et démarche Séisme Événement garantissant la non-agression d'EIPS ayant un requis sismique par des SSC non sismiques en cas de séisme). L'absence d'effet falaise au-delà du niveau SMS de chaque CNPE est également garantie par les études de robustesse au Séisme Noyau Dur (SND) ainsi que la vérification des préconisations de WENRA vis-à-vis d'un séisme de période de retour décennelle.

Les évolutions de connaissances depuis le précédent réexamen ne sont pas de nature à avoir un impact sur les installations pour les sites du palier 900MWe, à l'exception, potentiellement, des suites du séisme du Teil<sup>2</sup> survenu le 11 novembre 2019, pour les sites de Cruas et Tricastin pour lesquelles un programme d'investigations de terrain est en cours.

Ceci conduit donc EDF dans le cadre de la thématique séisme du RP5-900 à :

- conserver les SMS RP4-900 ;
- prendre en compte les enseignements du séisme du Teil issus des investigations de terrain pour les sites de Cruas et Tricastin. Il s'agit notamment de :
  - l'aléa sismique : prendre en compte les résultats des campagnes de reconnaissance des failles pour identifier d'éventuels paléoséismes ;
  - le risque de rupture de surface: prendre en compte les résultats des campagnes de reconnaissances des failles pour caractériser ce risque et production, le cas échéance, d'une démarche pour prendre en compte ce risque.

### **3.2.4. Réévaluation des risques au regard des exigences réglementaires**

#### **3.2.4.1. Agression par dérive d'une nappe d'hydrocarbures**

Les évaluations probabilistes de la dérive d'une nappe d'hydrocarbures vers les CNPE du palier 900 MWe, réalisées en VD4 900, identifient les sites de Gravelines, Cruas, Tricastin et Blayais comme étant sensibles à l'agression hydrocarbures. Les études d'analyse de la capacité des systèmes de la station de pompage à faire face à l'arrivée d'une nappe d'hydrocarbures concluent à la robustesse des sites précités.

Les principes de protection des sites sensibles reposent sur l'existence de :

- conventions avec les Pouvoirs publics permettant au CNPE d'être alerté au plus tôt de la présence d'une nappe d'hydrocarbures et tenu informé de son évolution,

---

<sup>2</sup> A ce jour, la zone sismique autour du Teil est la seule pour laquelle des seuils d'alarme ont été atteints. La zone sismique autour de Niort a connu un séisme de magnitude équivalente à celle du Teil le 16 juin 2023 mais pour laquelle aucune alarme n'est apparue sur les centrales de Civaux, Blayais et Chinon, situées à plus de 100km de l'épicentre.

- consignes d'exploitation spécifiques définissant les actions à réaliser en fonction de l'état d'alerte pouvant aller jusqu'au repli préventif des tranches.

Les sites situés en bord de Loire (Chinon, Dampierre, St-Laurent) et le site de Bugey ne sont actuellement pas sensibles aux hydrocarbures : en effet, aucune source de pollution aux hydrocarbures (présence d'oléoducs, de trafic fluvial, de quai de chargement / déchargement de marchandises) ne concerne ces sites.

Dans le cadre du RP5-900, EDF vérifiera l'absence d'évolutions significatives dans l'environnement des sites actuellement non-sensibles (Bugey, Chinon, Dampierre et Saint-Laurent) afin de s'assurer que les sites non-sensibles en RP4 demeurent non-sensibles à l'agression en RP5 900.

### **3.2.4.2. Risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication externes**

La maîtrise du risque lié aux activités industrielles et au transport de matières dangereuses par voie de communication externe dans le voisinage des CNPE nécessite le suivi de l'environnement associé et l'évaluation des risques correspondant 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'agression potentielles considérées sont les suivantes :

- les installations industrielles fixes extérieures au site (ICPE soumises à Enregistrement, Autorisation, et Autorisation avec Servitudes) ;
- les transports externes de matières dangereuses par canalisations (gazoducs, oléoducs, transport de produits chimiques) ;
- les différents modes de transport de marchandises dangereuses (routier, ferroviaire, fluvial ou maritime) extérieurs au site.

Au-delà des objectifs généraux applicables à l'ensemble des agressions à considérer pour le 5ème 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 l'actualisation des paramètres d'accidentologie en tenant compte des dernières informations disponible, selon les axes suivants :

- le suivi de l'environnement industriel et des voies de communication externes avec une mise à jour des données relatives à l'environnement industriel de chaque site ;
- l'évaluation des risques associés sur les installations.

Dans le cadre du RP5-900, l'analyse de l'évolution des données d'entrée sera réalisée site par site sur la base de la note de méthodologie mise en œuvre dans le cadre des RP4-1300 et RP3-N4, et intégrant les retombées des instructions associées.

Les études propres à chacun des sites seront reprises en cas d'évolution importante de ces données d'entrée. En cas d'absence ou de faible évolution, les études réalisées au titre du RP4-900 seront conservées.

### **3.2.4.3. Risque aérien**

Les risques liés à l'environnement aéronautique ont été pris en compte de manière déterministe à la conception des installations par la protection standard. Cette protection garantit la tenue d'ouvrages « cibles » à la chute d'avions représentatifs de l'aviation générale. Pour les bâtiments « cibles » ne bénéficiant pas de cette protection standard, une évaluation de la probabilité de rejet inacceptable de substances radioactives à la suite d'une chute d'avion sur les « cibles » est réalisée, conformément à la RFS 1.2.a. La réévaluation des risques aériens est

effectuée pour chaque site au travers de la mise à jour des rapports de sûreté de site à l'occasion des réexamens périodiques.

Dans le cadre du RP5-900, l'actualisation des paramètres d'accidentologie et la réalisation de l'analyse des données d'entrée site par site sera effectuée conformément aux objectifs de la RFS I-2.a, sur la base de la note de méthodologie appliquée en RP4-1300 et RP3-N4.

Les études propres à chacun des sites seront reprises en cas d'évolution importante de ces données d'entrée. En cas d'absence ou de faible évolution, les études réalisées au titre du RP4-900 seront conservées.

#### **3.2.4.4. Risques non radiologiques ou faiblement radiologiques**

L'objectif de la démonstration de sûreté vis-à-vis des risques d'accidents dits conventionnels (non radiologiques et/ou faiblement radiologiques) associés à des phénomènes dangereux (avec effets thermiques, effets de surpression, effets toxiques et effets liés à l'impact de projectiles) est de garantir que ces risques sont maîtrisés et que l'ampleur de leurs conséquences vis-à-vis des intérêts protégés au sens de l'article L.593-1 du code de l'environnement sont, compte-tenu de l'état des connaissances, des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement, aussi faibles que possible dans des conditions économiquement acceptables.

Les études supports (Etudes De Dangers conventionnels – EDDc) traitant la maîtrise de ces risques conventionnels permettent :

- de décrire les installations concernées ;
- d'étudier l'ensemble des potentiels de dangers des équipements nécessaires à l'INB (au sens de l'article L.593-3 du code de l'environnement), en prenant en compte les agressions externes listées aux articles 3.5 et 3.6 de l'arrêté INB ;
- d'évaluer les risques d'accidents ayant potentiellement des effets non radiologiques et faiblement radiologiques sur les intérêts protégés.

Les hypothèses d'étude retenues sont conformes aux pratiques des Installations Classées Pour la protection de l'Environnement (ICPE). Ces études supports sont réalisées pour chaque CNPE conformément au référentiel « Risques conventionnels ».

Le niveau d'acceptabilité des risques d'accidents ayant potentiellement des effets non radiologiques et faiblement radiologiques sur les intérêts à protéger est défini par l'intermédiaire d'une grille de hiérarchisation des risques inspirée du domaine des ICPE, conformément au référentiel « Risques conventionnels ».

L'objectif de la démonstration de maîtrise des risques conventionnels est de démontrer que les équipements de l'INB objets de la démonstration de sûreté ne sont pas à l'origine d'accidents conventionnels inacceptables pour les intérêts à protéger. Les Mesures de Maîtrise des Risques (MMR) potentiellement identifiées nécessaires à l'atteinte de cet objectif constituent donc des EIPr (Eléments Importants pour la Protection des intérêts vis-à-vis des Risques conventionnels) ou des AIP (Activités Importantes pour la Protection des intérêts).

Dans le cadre du RP5 900, les éléments de la démonstration de sûreté existante relatifs aux risques conventionnels seront réexaminés. En cas d'absence ou de faible évolution, les études réalisées au titre du RP4 pourraient être conservées. Dans le cas contraire, les études seront mises à jour (site par site) et versées dans le RDS de site.

## 4. VOLET II – INCONVENIENTS

Les inconvénients présentés par une INB sont définis par l'article 4.1.I. de l'arrêté INB <sup>3</sup> : « *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.* ».

Le volet « Inconvénients » des réexamens périodiques des réacteurs des CNPE 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 INB. La gestion des déchets issus du fonctionnement normal des installations est également retenue par EDF comme relevant du domaine des inconvénients.

En cohérence avec l'article 1.1 de l'arrêté INB, le cinquième réexamen périodique du palier 900 MWe repose sur une approche proportionnée à l'importance de leurs effets sur les intérêts protégés : à ce titre, les sources d'inconvénients retenues par EDF sont les prélèvements et consommations d'eau, les rejets d'effluents radioactifs, chimiques, thermiques, les déchets radioactifs et conventionnels, les émissions sonores. L'envol de poussières, les vibrations et les odeurs susceptibles d'être émises par l'installation en fonctionnement normal ou en mode dégradé sont jugés négligeables.

Le volet « Inconvénients » des réexamens périodiques des réacteurs des CNPE s'appuie sur une démarche basée sur le principe d'amélioration en continu, adaptée aux enjeux, et cohérente avec la raison d'être du groupe EDF : « Construire un avenir énergétique neutre en CO<sub>2</sub> conciliant préservation de la planète, bien-être et développement grâce à l'électricité et à des solutions et services innovants. ».

### Notion d'installation de référence

En application des articles 1.3.1, 3.3.6, et 4.4.5 de la décision environnement <sup>4</sup>, des analyses peuvent porter sur plusieurs INB présentes dans un même site. Dans ce cas, l'exploitant définit après accord de l'ASN l'installation dont le réexamen sert à cette application, désignée par la suite « installation de référence ». Ces analyses sont les suivantes :

- Analyse de performances des moyens de prévention et de réduction des impacts et nuisances engendrés par le CNPE, au regard de l'efficacité des meilleures techniques disponibles ;
- Analyse de l'état chimique et radiologique de l'environnement portant sur le site et son voisinage (incluant l'état des sols du site) ;
- Mesure des niveaux d'émission sonore du site.

Le principe retenu par EDF pour la désignation de l'installation de référence d'un site, est que l'installation de référence est le premier réacteur en fonctionnement devant faire l'objet d'un réexamen périodique, pour une décennale donnée.

### Action REF1

---

<sup>3</sup> Arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base (dit « arrêté INB »).

<sup>4</sup> Arrêté du 5 décembre 2016 portant homologation de la décision n° 2016-DC-0569 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 29 septembre 2016 modifiant 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 (dite « décision environnement »).

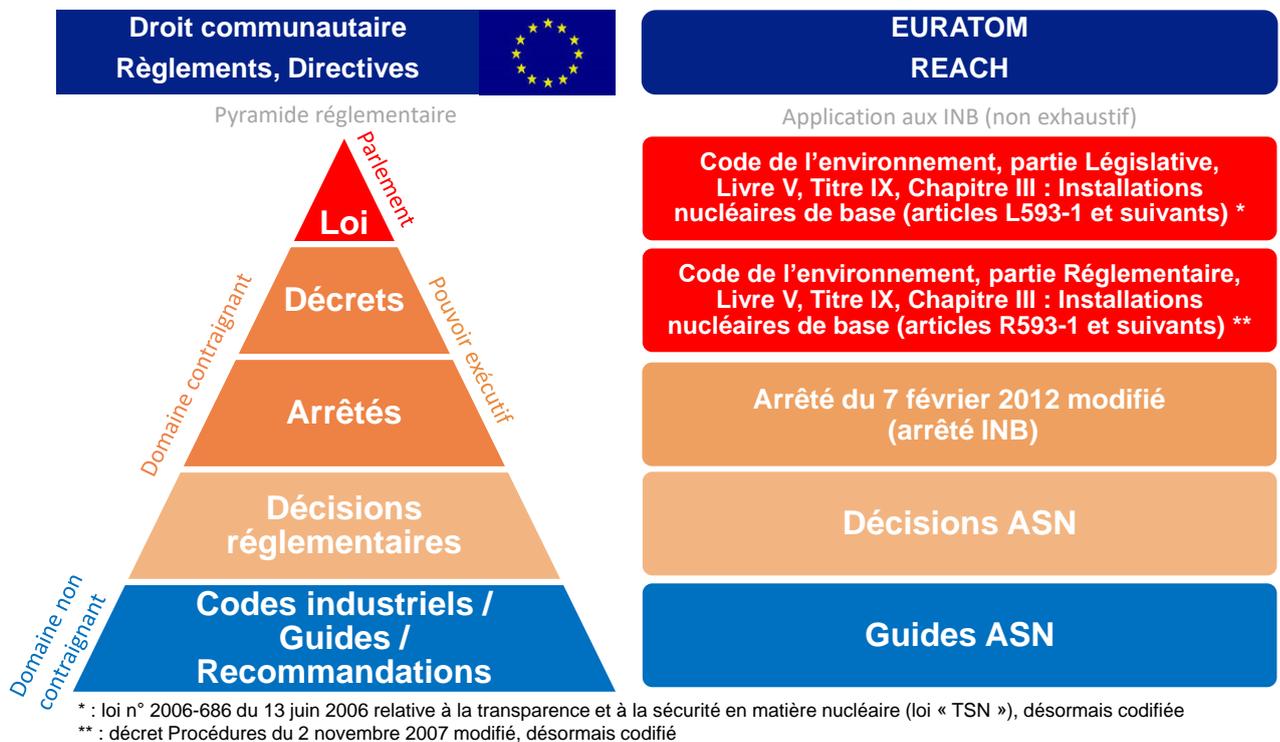
EDF transmettra pour accord à l'ASN la liste des installations du palier 900 MWe qu'il souhaite désigner « installation de référence » à l'occasion de leur cinquième réexamen périodique (REF1).

#### 4.1. APPRECIATION DE LA SITUATION DE CHAQUE INSTALLATION AU REGARD DES REGLES QUI LUI SONT APPLICABLES

##### 4.1.1. Examen de la conformité aux exigences réglementaires applicables

###### Les textes applicables

En 2006, une refonte du régime juridique encadrant les installations nucléaires de base a été engagée avec la loi n°2006-686 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (dite « loi TSN »), codifiée depuis dans le code de l'environnement. Les dispositions de cette loi ont été précisées par plusieurs décrets d'application et arrêtés selon le schéma ci-dessous.



*Hiérarchisation des textes réglementaires, et exemples d'application aux INB (non exhaustif)*

Une réglementation variée et en constante évolution s'applique ainsi aux CNPE : réglementation européenne et française, réglementation spécifique aux INB, ICPE et IOTA, réglementation générale relative à l'air, l'eau, les substances chimiques, les déchets, ...

A titre d'exemple :

- entre 2020 et 2021, environ 50 textes réglementaires dans le domaine de l'environnement et applicables aux CNPE ont été publiés ;

- à fin 2021, environ 225 textes réglementaires dans le domaine de l'environnement sont applicables aux CNPE, ce qui représente un peu moins de 3800 exigences.

A date, les principaux textes applicables sont les suivants :

- 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 (dit règlement « REACH »).
- 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 (dit règlement « CLP »).
- Règlement (UE) n° 528/2012 du 22 mai 2012 modifié concernant la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides (dit règlement « biocides »).
- 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.
- Titre IX du livre V du code de l'environnement, relatif à la sécurité nucléaire et les installations nucléaires de base, partie réglementaire et notamment les articles R. 593-62 et suivants.
- 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.
- 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 (légionelles et amibes) par les installations de refroidissement du circuit secondaire des réacteurs électronucléaires à eau sous pression (pour les CNPE concernés), homologuée par l'arrêté du 13 janvier 2017.
- 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.
- 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 (pour les CNPE concernés).
- Décisions de l'Autorité de sûreté nucléaire fixant les limites de rejet dans l'environnement des effluents, propres à chaque CNPE (pour les CNPE concernés).
- Décisions de l'Autorité de sûreté nucléaire fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des installations nucléaires de base, propres à chaque CNPE (pour les CNPE concernés).

Une mesure marquante prise par EDF vis-à-vis des textes sus-cités est le programme de substitution du FYRQUEL (lubrifiant non-inflammable permettant de réduire au maximum le risque de départ de feu, contenant du trixylyl phosphate qui est inscrit à l'annexe XIV du règlement REACH depuis février 2020). Ce programme, associé à un investissement lourd, s'échelonne sur la période 2018-2028 pour les groupes turbo-alternateurs (GTA) et les turbo-pompes alimentaires (TPA), et sur la période 2022-2028 pour les vannes d'isolement vapeur (VIV). L'avancement de ce programme sera présenté dans les RCR **[REACH1]**.

#### Processus de maîtrise de la conformité réglementaire

Chaque CNPE est organisé afin d'assurer en permanence la maîtrise de sa conformité réglementaire : à cet effet, il dispose d'un référentiel de textes réglementaires qui lui est applicable. Ce référentiel diffère d'un site à l'autre en fonction :

- de ses spécificités : par exemple, les CNPE disposant d'installations de traitement à la monochloramine pour traiter des risques microbiologiques, sont soumis à des exigences particulières ;
- de la sensibilité du milieu : par exemple, présence d'une zone classée Natura 2000 à proximité du site.

Le processus de maîtrise de la conformité réglementaire se décline en 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 génériques qui leur sont applicables. Chaque CNPE recense également les textes et exigences de niveau local qui lui sont applicables. L'ordre de grandeur du nombre d'exigences réglementaires à passer en revue pour un CNPE est de 4000 exigences.
- Evaluation : le CNPE évalue et trace l'état de conformité associé à chaque exigence qui lui est applicable, selon trois classes :
  - exigence nouvelle en cours d'analyse par le CNPE : il s'agit de statuer de sa conformité à cette nouvelle exigence ;
  - exigence conforme : il s'agit d'une exigence réglementaire pour laquelle le CNPE dispose des preuves de conformité et se déclare conforme ;
  - exigence en gestion de conformité : il s'agit d'une exigence réglementaire pour laquelle le CNPE ne dispose pas de l'ensemble des preuves de conformité et se déclare en gestion de conformité : le CNPE réalise des actions selon un échéancier proportionné aux enjeux vis-à-vis des intérêts protégés, pour obtenir les preuves de conformité et se déclarer conforme.
- 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 : à l'occasion des revues périodiques 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.

#### Etat de conformité règlementaire

A l'occasion du réexamen périodique, un état de la conformité réglementaire est réalisé sur l'ensemble des textes du domaine de l'environnement applicables à chaque CNPE. Compte tenu du nombre de textes réglementaires, et de la spécificité de chaque CNPE, la liste des textes réglementaires à enjeu d'une installation,

du domaine de l'environnement, est présentée dans le Rapport de Conclusions du Réexamen périodique (RCR) de chaque installation.

Une synthèse des résultats de l'examen de conformité réglementaire est présentée dans le RCR. Le nombre d'exigences réglementaires applicables en cours d'analyse, conformes et en gestion de conformité est précisé.

Concernant les principaux textes applicables cités ci-dessus, une analyse par texte est également présentée. Pour ces textes, les exigences du domaine des inconvénients identifiées en gestion de conformité, dont le non-respect peut entraîner un impact potentiel sur les intérêts protégés, sont présentées avec les actions et échéances associées.

Un examen similaire à celui réalisé sur les principaux textes est effectué sur les textes applicables de l'annexe II de l'arrêté INB<sup>5</sup>.

#### **4.1.2. Analyse des évènements significatifs relatifs aux inconvénients**

Les évènements sont dits significatifs selon les critères de déclaration définis dans le guide ASN du 21/10/2005, relatif aux modalités de déclaration et à la codification des critères relatifs aux évènements significatifs impliquant la sûreté, la radioprotection ou l'environnement applicables aux installations nucléaires de base et au transport de matières radioactives.

A l'occasion des réexamens périodiques, un bilan décennal est réalisé sur les évènements significatifs suivants survenus sur le CNPE :

- les Evènements Significatifs pour l'Environnement (ESE) :
  - les ESE relatifs aux inconvénients ;
  - les ESE relatifs au confinement gazeux<sup>6</sup> ;
- les Evènements Significatifs pour la Sûreté (ESS) qui concernent également les inconvénients ;
- les Evènements Significatifs pour le Transport (EST) et Evènements Significatifs pour la Radioprotection (ESR) relatifs au domaine des déchets et en lien avec les intérêts protégés visés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement.

Les ESE génériques déclarés par les entités nationales et concernant le CNPE sont également analysés.

Les ESE non génériques présentant un REX pertinent pour l'ensemble des sites seront sélectionnés au niveau national et feront l'objet d'une analyse par chaque CNPE.

Lors du bilan décennal réalisé sur les évènements significatifs survenus sur le CNPE, les écarts relatifs à des Eléments Importants pour la Protection des intérêts vis-à-vis de la maîtrise des Inconvénients (EIPI), à la réalisation d'Activité Importante pour la Protection (AIP) ou au Système de Gestion Intégré (SGI) sont identifiés.

Il est vérifié que la gestion des évènements significatifs est bien intégrée dans le système de gestion intégré du CNPE, et notamment que les actions définies suite à ces évènements sont efficaces (récurrence limitée sur 10 ans).

---

<sup>5</sup>Ou dispositions réglementaires équivalentes en cas de modification de l'arrêté INB.

<sup>6</sup> L'analyse des ESE relatifs au confinement liquide est synthétisée dans la partie relative aux risques « conventionnels »

#### **4.1.3. Conformité des EIPI à leurs exigences définies**

Les Eléments Importants pour la Protection des intérêts vis-à-vis de la maîtrise des Inconvénients (EIPI) et les exigences définies afférentes sont précisés et référencés sur chaque CNPE depuis 2013, date d'entrée en vigueur de l'arrêté INB.

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 chaque utilisation ou rejet réalisé.

En cas d'indisponibilité d'un EIPI, si une conduite à tenir est prévue et que celle-ci est suffisante pour se prémunir d'un impact potentiel ou réel sur les intérêts protégés, la démonstration de protection des intérêts n'est pas affectée. Il n'y a alors pas d'écart au sens de l'arrêté INB. Néanmoins, 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 avec la protection des intérêts.

Dans le cadre du bilan décennal des événements significatifs relatifs aux inconvénients (cf. §4.1.2), ceux relevant d'un écart lié au non-respect d'une exigence définie pour un EIPI sont identifiés.

La conformité aux exigences définies s'appuie également sur des dispositions préventives de surveillance et de maintenance des EIPI (programmes de maintenance, de contrôle, essais périodiques). Dans le cadre du réexamen périodique, le respect des dispositions préventives de surveillance et de maintenance des EIPI est vérifié. Les résultats de ce contrôle de conformité sont indiqués dans le bilan rédigé par le CNPE sur ce thème et la conclusion est reprise dans le volet Inconvénients du RCR.

Les équipements référencés EIPI étant sollicités de manière récurrente en fonctionnement normal, et étant soumis à des dispositions préventives de surveillance et de maintenance dont le respect est contrôlé lors du réexamen périodique, ils ne font pas l'objet de vérifications supplémentaires. Néanmoins, en fonction des résultats d'analyses réalisées dans le cadre du réexamen périodique, une vérification peut être réalisée si nécessaire.

#### **4.1.4. Bilans relatifs à la maîtrise des inconvénients en exploitation**

Depuis la conception, EDF œuvre pour réduire les impacts de ses installations sur les intérêts protégés, suivant le principe d'amélioration continue.

L'efficacité de la démarche d'amélioration continue de la maîtrise des inconvénients est illustrée par les résultats des CNPE. Chaque CNPE réalise annuellement, sous le contrôle de l'ASN, plus de 20 000 mesures dont les résultats sont transmis à l'administration et utilisés dans les documents ou supports destinés au public (publication sur site internet d'EDF et dans les rapports annuels de l'environnement par CNPE).

Au cours des réexamens périodiques des installations, des bilans décennaux, complémentaires aux bilans annuels produits par les CNPE, sont réalisés, permettant d'avoir une vision sur 10 ans des évolutions des performances du CNPE sur les sources d'inconvénients suivantes :

- prélèvement et consommation d'eau ;
- rejets d'effluents radioactifs et chimiques des substances considérées à enjeu pour le CNPE ;
- rejets thermiques ;

- déchets conventionnels et radioactifs ;
- nuisances <sup>7</sup>.

Chaque RCR présente les bilans décennaux de l'exploitation du CNPE pour les thèmes mentionnés ci-dessus.

Ces bilans décennaux feront l'objet d'une analyse par chaque CNPE. En cas d'identification d'une tendance à la hausse significative d'un rejet de manière progressive ou récurrente sur cette période, une analyse de la cause est réalisée, pour identifier et mettre en œuvre des actions complémentaires éventuelles.

#### **4.1.5. Examen d'autres équipements pertinents, au regard des enjeux**

Comme décrit ci-avant (cf. §4.1.4), un bilan décennal des rejets d'effluents radioactifs et chimiques est réalisé par CNPE sur une période de 10 ans. En cas d'identification d'une tendance à la hausse significative d'un rejet de manière progressive ou récurrente sur cette période, une analyse de la cause est réalisée. Si cet examen montre que la cause est la défaillance d'un équipement non classé EIPI, mais concourant à la protection des intérêts, des vérifications spécifiques pourront être menées sur cet équipement. Cet équipement pourra, si nécessaire, être intégré à la liste des EIPI.

#### **Action VERIFI1**

Une note présentant les résultats des contrôles réalisés par les CNPE, au titre de la prescription [INC-A] de la décision n°2021-DC-0706 relative aux conclusions de la phase générique du 4<sup>ème</sup> réexamen périodique, sur les équipements de traitement des effluents et de conditionnement des déchets, la synthèse des mesures mises en œuvre pour traiter les éventuelles anomalies ainsi que les enseignements tirés sera établie (**VERIFI1**).

Par ailleurs, EDF a mis en place une démarche centrée sur la performance des systèmes. L'analyse du retour d'expérience, complété par les échanges au sein des réseaux, ainsi que la réalisation de visites terrain, permettent de s'assurer que la performance environnementale est atteinte et d'identifier, le cas échéant, les systèmes ou matériels pouvant présenter des difficultés d'exploitation.

De plus, les systèmes contribuant à l'optimisation des rejets d'effluents font l'objet de bilans de fonctions rassemblant plusieurs systèmes pour avoir une vision intégrée. La fonction « Effluents » regroupe ainsi 7 systèmes TEP, TEG, TEU, KER, SEK, RPE et SEH. Des bilans fiabilité sont réalisés par les CNPE pour chaque fonction. Ces bilans comportent l'analyse d'indicateurs (sûreté, production et fiabilité), les visites terrain, l'avis des métiers, les problèmes techniques et les actions à mettre en place ainsi que la vision prospective pour la fonction. La revue de fonction nationale permet de synthétiser les bilans de fonction réalisés par les CNPE. Les problématiques techniques présentées en revue sont choisies pour leur caractère potentiellement générique et/ou pour leur importance. Des améliorations sont ainsi apportées pour la maîtrise des inconvénients grâce aux bilans locaux effluents et à la revue nationale effluents.

En complément, la démarche d'identification des équipements et systèmes jugés pertinents en termes d'amélioration de leur fonctionnement, en lien avec l'analyse du REX, est une démarche continue qui amène EDF à revoir régulièrement les équipements et/ou systèmes retenus. A l'occasion du réexamen périodique, les équipements et/ou systèmes retenus seront précisés et analysés.

---

<sup>7</sup> L'article 4.1.I de l'arrêté INB précise : « 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. ».

Le bilan des demandes formulées par un particulier ou une organisation (information, besoin de renseignement, mécontentement) adressées au CNPE, relatives à une nuisance résultant de ses installations ou de son fonctionnement industriel sur son voisinage ou l'environnement, sera présenté.

D'ores et déjà, pour les systèmes d'évaporation TEP et TEU, compte-tenu du retour d'expérience, des programmes particuliers ont été définis et des actions spécifiques mises en place. Une affaire nationale visant à la fiabilisation des évaporateurs TEP-TEU est ouverte afin d'assurer la disponibilité de ce système de traitement et d'en améliorer l'exploitation.

L'objectif de l'affaire nationale est traité à travers plusieurs axes de travail :

- optimisation de l'exploitation en mutualisant les pratiques, les documents d'exploitation et le renforcement des compétences ;
- amélioration de la disponibilité de la fonction évaporation par un travail sur l'état du matériel, l'amélioration éventuelle de la maintenance, la constitution d'un stock de pièces de rechanges et des modifications matérielles pour améliorer l'exploitation de TEU/TEP et fiabiliser les fonctions d'évaporation ;
- identification des moyens palliatifs pertinents en cas d'indisponibilité de la fonction TEU et anticipation des contraintes d'intégration de ces moyens palliatifs.

### **Action RE3**

L'état des lieux mené à l'ouverture de l'affaire est en cours de complément afin d'approfondir les causes d'indisponibilité prolongée de certains matériels et de définir les solutions de rénovation et programmes de maintenance adaptés. L'avancement de la fiabilisation de ces matériels, en particulier sur les boucles d'évaporation TEU, sera présenté dans les RCR (**RE3**).

#### **4.1.6. Eléments permettant le réexamen des limites de rejets des substances mentionnées dans le code de l'environnement**

La méthode suivie pour 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, appelé par l'article 4.1.11 de l'arrêté INB, repose sur :

- l'analyse du REX des rejets réels du site sur 10 ans, comparé aux limites réglementaires en vigueur ;
- l'identification d'éventuels nouveaux besoins de modifications des limites réglementaires pour l'exploitation des réacteurs.

Ces deux volets permettent, pour les substances mentionnées dans le tableau annexé à l'article R. 211-11-1 du code de l'environnement, de réévaluer, le cas échéant, l'adéquation des limites de rejets par rapport au retour d'expérience des rejets ou aux besoins futurs.

Les résultats de cette analyse seront présentés dans chaque RCR.

#### **4.1.7. Organisation relative à la maîtrise des règles applicables aux inconvénients**

Depuis la conception des CNPE, EDF a mis en œuvre un processus d'amélioration continue de la maîtrise des inconvénients que ses installations présentent. Cette démarche d'amélioration continue repose sur une approche proportionnée à l'importance des inconvénients présentés par l'installation, qui se traduit par la mise en œuvre d'actions contribuant à la réduction des impacts sur la santé et l'environnement induits par le fonctionnement des CNPE.

#### 4.1.7.1. Management de l'environnement

Tous les CNPE d'EDF disposent d'un système de management intégré dont le domaine environnement est certifié « ISO 14001 » depuis 2002.

Le management de l'environnement des CNPE fait partie de leur système de management intégré, au sein d'un processus visant à améliorer et contrôler les performances environnementales. 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.

#### 4.1.7.2. Surveillance de l'environnement

EDF met en place, depuis la mise en service des CNPE, un programme de surveillance de l'environnement, dont les trois fonctions principales permettent de répondre aux objectifs mentionnés au I de l'article 4.2.3 de l'arrêté INB :

- une fonction d'alerte, assurée par des moyens de mesures en continu. Elle permet la détection précoce de toute évolution atypique d'un ou plusieurs paramètres liés au contrôle des rejets et à la surveillance de l'environnement, afin de déclencher les investigations et, si nécessaire, des actions de prévention (arrêt du rejet...);
- 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 prescrites dans les décisions de l'ASN réglementant les prélèvements et rejets de chaque INB, soit à des valeurs repères (seuils de décision ou limites de quantification des mesures, bruit de fond, ...);
- une fonction de suivi et d'étude, visant à s'assurer de l'absence d'impact à 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.

Des contrôles quotidiens, hebdomadaires et mensuels sont réalisés dans le milieu terrestre, l'air ambiant, les eaux de surface recevant les rejets liquides et les eaux souterraines. L'application du programme de surveillance fait l'objet d'inspections programmées ou inopinées de la part de l'ASN. De plus, l'ASN fait réaliser de façon systématique, pour son propre compte, des contrôles par un organisme expert, l'IRSN.

Ces mesures et contrôles pratiqués au quotidien sont complétés par un suivi annuel de la chimie, de l'hydroécologie (biologie et physico-chimie), et de la radioactivité à bas niveau des écosystèmes terrestre et aquatique (radioécologie). Tous les 10 ans, un bilan radioécologique décennal plus poussé est également réalisé.

Les prélèvements et les analyses réalisés par le CNPE dans le cadre de la surveillance de la radioactivité de l'environnement sont réalisés par des laboratoires agréés par l'ASN (laboratoire environnement du CNPE et laboratoires partenaires) dans le respect de la réglementation en vigueur. Par ailleurs, une surveillance radiologique est également réalisée par des laboratoires externes indépendants et par l'IRSN.

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. Les mesures de radioactivité sont également communiquées via le Réseau National de Mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM - <http://www.mesure-radioactivite.fr>).

Ainsi, la surveillance de l'environnement permet de connaître précisément l'influence du fonctionnement des

installations d'EDF. La diversité des substances recherchées, des échantillons mesurés, ainsi que des fréquences de prélèvement et d'analyse permettent de déceler toute évolution atypique dans les écosystèmes à court et long terme. Les données collectées sur plusieurs décennies ont montré que les rejets des installations n'ont pas eu d'incidences notables sur les caractéristiques biologiques, chimiques et radiologiques du milieu récepteur : l'impact environnemental est non perceptible ou négligeable, et de fait, reste cohérent avec les conclusions de l'étude d'impact.

#### **4.1.7.3. Processus de tenue à jour de l'étude d'impact**

L'autorisation de construction des centrales nucléaires en France fait l'objet, dans le cadre du dossier de demande d'autorisation de création, d'une étude d'impact. Sur la base de cette étude d'impact, l'ASN fixe les prescriptions relatives aux prélèvements d'eau, aux rejets d'effluents (rejets radioactifs ou non radioactifs, rejets thermiques) dans le milieu ambiant, et à la prévention ou à la limitation des nuisances de l'installation pour le public et l'environnement.

Les nombreuses évolutions réglementaires ainsi que la nécessité de mettre en œuvre, sur les CNPE, des modifications notables ou substantielles, conduisent à tenir à jour les études d'impact (état initial de l'environnement, méthodologies des analyses d'incidence, programmes de surveillances des sites), en prenant en compte les connaissances et les méthodes d'évaluation existantes.

Le processus de tenue à jour de l'étude d'impact d'un site consiste ainsi en un ensemble d'actions :

- analyse des modifications notables et substantielles, afin d'identifier leurs éventuelles retombées sur l'environnement, l'étude d'impact du site concerné ou les prescriptions de l'ASN relatives aux prélèvements et consommation d'eau et aux rejets d'effluents. Le cas échéant, il y a intégration au dossier de demande de modification notable, des évolutions induites de l'étude d'impact, voire formulation d'une demande d'évolution des prescriptions relatives aux prélèvements et consommation d'eau et aux rejets d'effluents ;
- analyse de l'impact éventuel des évolutions réglementaires sur l'étude d'impact du site. Le cas échéant, les évolutions sont intégrées à l'étude d'impact tenue à jour, ou lors du prochain dossier de demande de modification notable si ces évolutions sont en lien avec le périmètre du dossier ;
- consolidation de l'étude d'impact à fréquence quinquennale pour intégrer, le cas échéant, ses modifications, conformément à l'article 1.2.6 de la décision ASN 2017-DC-0616 relative aux modifications notables des INB ;
- tenue à jour de l'étude d'impact, qui a pour finalité l'établissement d'un document de référence, unique et autoportant, dont le contenu est conforme à la réglementation en vigueur, intégrant les mises à jour de l'étude, de l'état initial de l'environnement et de l'analyse des incidences sur l'environnement et la santé humaine. Elle est généralement menée dans le même temps que l'élaboration du rapport de conclusions du réexamen périodique de l'installation de référence du CNPE. Cette mise à jour de l'étude d'impact est réalisée en cohérence avec la prescription [INC-B] de la décision n°2021-DC-0706 relative aux conclusions de la phase générique du 4<sup>ème</sup> réexamen périodique du palier 900 MWe.

Ce processus permet ainsi de garantir que la démonstration de la maîtrise des inconvénients portée par l'étude d'impact environnemental est tenue à jour par l'intégration des évolutions réglementaires, des évolutions de conditions d'exploitation et des évolutions de l'environnement du site, tout au long de la vie des INB d'un site.

## **4.2. ACTUALISATION DE L'APPRECIATION DES INCONVENIENTS QUE L'INSTALLATION PRESENTE POUR LES INTERETS PROTEGES**

L'actualisation de l'appréciation des inconvénients présentés par les CNPE pour les intérêts protégés, réalisée lors des réexamens périodiques, vise, en appliquant le principe de proportionnalité aux enjeux, à :

- évaluer l'état à date des interactions entre les installations et leur environnement, en tenant compte notamment de l'évolution de l'environnement ainsi que des connaissances et des règles applicables aux installations similaires ;
- optimiser ces interactions au regard de l'efficacité des Meilleures Techniques Disponibles (MTD) qui lui sont applicables et transposables techniquement.

Elle est développée sur les interactions avec différentes composantes de l'environnement des installations : l'air, les eaux superficielles et souterraines, les sols et la biodiversité, encadrées, le cas échéant, par des exigences réglementaires.

En déclinaison de l'orientation majeure retenue par EDF dans le cadre du RP5 900, les actions visant à améliorer l'adaptation au changement climatique des installations ont été particulièrement développées selon les trois axes suivants :

- Anticiper les effets du changement climatique sur la ressource en Eau et la Biodiversité (cf. §4.2.1).
- Réduire les prélèvements d'eau, intégrer les évolutions de connaissance sur les meilleures techniques disponibles et poursuivre l'amélioration de la maîtrise des rejets dans l'eau (cf. §4.2.2).
- Approfondir la connaissance de l'impact thermique des CNPE sur la ressource en eau ainsi que les possibilités d'amélioration associées (cf. §4.2.3).

### **4.2.1. Anticiper les effets du changement climatique sur la ressource en Eau et la Biodiversité**

#### **4.2.1.1. Gestion et prise en compte des conditions locales de la ressource en eau**

EDF poursuit, dans le cadre du RP5 900, les actions de gestion locale des CNPE pour préserver la ressource en eau en adéquation avec les autorités locales et les parties prenantes. En effet, le cadre réglementaire des CNPE, prévoit qu'un débit minimum dans le cours d'eau doit être garanti à l'aval de plusieurs sites : il s'agit des sites de Dampierre (débit de prélèvement moyen journalier  $< 3 \text{ m}^3/\text{s}$  lorsque le débit de la Loire à Gien est  $\leq 43 \text{ m}^3/\text{s}$  et que toutes les mesures de soutien d'étiage sont épuisées) et de Saint Laurent (débit de prélèvement moyen journalier  $< 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$  lorsque le débit de la Loire à Blois est  $\leq 46 \text{ m}^3/\text{s}$  et que toutes les mesures de soutien d'étiage sont épuisées).

EDF développe une expertise forte sur les conditions hydrologiques au travers des ingénieries travaillant pour le métier nucléaire mais aussi pour le métier hydraulique (Direction Technique Générale d'EDF) et avec une compétence particulière sur le sujet au niveau de la R&D.

Au travers de ses représentations régionales et de bassin, et en lien avec les associations professionnelles du secteur, EDF maintient une présence au niveau local, au contact avec les services de l'Etat et organismes publics chargés de la gestion de l'eau. Cela permet d'agir en concertation et en complémentarité avec les autres acteurs pour préserver les milieux et la ressource en eau, de mieux partager les contraintes liées au fonctionnement des ouvrages, et de s'assurer d'une bonne conciliation des politiques publiques de l'eau et de l'énergie. Les participations d'EDF sont ainsi nombreuses sur des études, travaux ou actions de restauration des milieux convenus entre parties prenantes dans différents cadres (convention, partenariats, groupes de travail...). Les CNPE et le métier nucléaire participent largement à ces actions.

#### 4.2.1.2. Evolutions hydro-climatiques

Les évolutions climatiques sont aujourd'hui un élément de contexte fondamental à prendre en compte pour l'exploitation des installations de production d'électricité.

EDF s'est intéressé à la question du climat dès les années 1990 alors que la thématique émergeait à peine avec les premiers rapports du GIEC (1990-1995). Depuis, EDF mène un programme de R&D sur les impacts du changement climatique sur ses activités. Le dernier projet en cours, « Service Climatique pour EDF » lancé en 2021, a notamment pour objectif d'améliorer les méthodes et de mettre à jour les études sur l'évolution des principales variables climatiques telles que la température ou les précipitations et de fournir des projections climatiques régionalisées.

Dans le cadre du précédent réexamen périodique, des projections hydro-climatiques ont été réalisées pour les différents CNPE en bord de rivière, sur la période 2020-2050. Ces projections ont été obtenues sur la base des simulations climatiques issues de l'exercice CMIP5<sup>8</sup> utilisées par le GIEC, pour son cinquième rapport de recommandations (AR5 – 5th Assessment Report, 2013-2014). Deux scénarios d'émissions de gaz à effet de serre ont été retenus : celui correspondant à la stabilisation des émissions à horizon 2100 (scénario RCP4.5) et celui, le plus pessimiste, correspondant à une augmentation de ces émissions (scénario RCP8.5). Les projections des modèles climatiques globaux ont été désagrégées à l'échelle des bassins hydrographiques à l'aide d'une méthode de descente d'échelle statistique afin d'obtenir les évolutions des 3 principales variables hydro-climatiques en amont de chaque CNPE. Les résultats sont présentés dans chaque rapport de conclusions des quatrièmes réexamens périodiques des réacteurs du palier 900MWe.

#### **Actions CC1, CC2**

Dans le cadre du RP5 900, le programme de R&D lancé en 2021 actualisera les évolutions hydro-climatiques en climat futur sur les différents CNPE, à un horizon décennal et à plus long terme (horizon 2040 à 2050). Ces évolutions concernent la disponibilité de la ressource en eau (évolution future du débit des cours d'eau) et du régime thermique du cours d'eau en amont du CNPE (évolution future des températures d'eau).

Cette mise à jour se fondera sur les simulations climatiques issues de l'exercice CMIP6 utilisées par le GIEC, pour son sixième rapport de recommandations (AR6 – 6th Assessment Report, 2021-2022). Elles intégreront une mise à jour des méthodologies de descente d'échelle, ainsi que les projections à l'échelle décennale disponibles dans cet exercice CMIP6.

Ces travaux seront utilisés pour évaluer les évolutions futures de la ressource en eau (évolution des étiages ou des périodes de températures les plus élevées par exemple) au regard du fonctionnement des CNPE.

Les résultats de ces travaux seront présentés dans les RCR (**CC1**).

Par ailleurs, pour des besoins plus opérationnels de conduite des installations, EDF a développé un modèle hydrologique appelé MORDOR. Conçu au début des années 90, ce modèle permet de simuler les débits s'écoulant dans une rivière à partir de données de précipitations et de température d'air correspondantes au bassin versant. Il modélise et prend en compte les différents phénomènes naturels de stockage/déstockage de l'eau à l'échelle du bassin : constitution puis fonte d'un stock de neige pour les bassins de montagne, modélisation des pertes par évapotranspiration (évaporation et consommation par la végétation), prise en compte du rôle joué par les différentes nappes (de surface, profondes) ainsi que de l'état de saturation des sols.

Ce modèle est régulièrement réactualisé et a fait l'objet de plusieurs évolutions ces dernières années en partenariat avec le monde scientifique. Il tire ainsi profit des avancées de la science météorologique et

---

<sup>8</sup> 5th Coupled Model Intercomparison Project.

hydrologique (produits météorologiques spatialisés, images satellites, etc.). Il est également utilisé dans le cadre de projets de recherche nationaux (EXPLORE2, PREMHYCE, CHIMERE21...) qui voient régulièrement se réunir la communauté des hydrologues français (Météo-France, INRAE, BRGM, ...).

Les simulations issues du modèle MORDOR sont aussi mises à disposition des Etablissements Publics Territoriaux de Bassin (Loire, Garonne, ...).

Ainsi, le modèle hydrologique MORDOR permet à EDF de disposer des simulations de débit les plus pertinentes pour ajuster la production d'énergie électrique, en particulier en période d'étiage.

Une note sur le modèle MORDOR sera transmise dans le cadre du réexamen (CC2).

#### **4.2.1.3. Préservation de la biodiversité**

De par son activité de producteur d'électricité, EDF occupe les espaces naturels terrestres et aquatiques. Ses installations sont dépendantes de la nature et de ses ressources que sont l'eau, l'air et le sol. De ce point de vue, EDF, comme tous les énergéticiens, a un rôle majeur à jouer dans la réduction de ses impacts sur la biodiversité, mais aussi dans la connaissance et la préservation de la biodiversité et des écosystèmes.

Depuis la mise en service des réacteurs, EDF met en œuvre des actions concrètes pour connaître et préserver les enjeux écologiques au droit de ses sites industriels et pour éviter et réduire les impacts de ses activités.

#### **Actions : DIV1, DIV2, DIV3, DIV4**

Depuis maintenant plus de dix ans, l'ensemble des études spécifiques réalisées par des bureaux d'études spécialisés et qui recensent notamment les espèces faunistiques et floristiques présentes sur chacun des sites nucléaires, sont capitalisées et permettent ainsi d'avoir une connaissance actualisée des enjeux écologiques pour chacun de ses sites, et d'identifier ainsi rapidement, en cas de projet, les risques d'impacts. Ces données, mises à jour régulièrement, sont capitalisées et géoréférencées grâce à des bases de données et un système d'information géographique (SIG) (DIV1).

En complément, pour permettre d'intégrer également la dynamique des espèces notamment pour des espèces animales dont le cycle biologique nécessite des migrations et/ou des déplacements sur des distances variables entre habitats naturels, selon les enjeux identifiés, des études spécifiques sont menées afin de mieux appréhender et comprendre les zones de continuité (corridors) indispensables aux espèces et qui vont ainsi permettre de garantir le bon accomplissement de leur cycle biologique (DIV2).

La connaissance de ces enjeux permet ainsi, dans le cadre des chantiers et projets menés sur les sites, de définir, au plus tôt, des mesures d'évitement et de réduction en priorité, pour limiter les effets du projet sur les milieux et les espèces.

En complément, EDF s'est dotée d'une politique Biodiversité dès 2006, afin de 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.

En cohérence avec cette démarche, la Division Production Nucléaire s'est pourvue d'une « feuille de route Biodiversité » pluriannuelle, qui contribue aux objectifs de la feuille de route Biodiversité d'EDF SA et qui structure l'ensemble des actions liées à la biodiversité dans les activités d'exploitation des sites nucléaires. Les exemples suivants illustrent les actions déployées dans le cadre de la feuille de route « Biodiversité » 2018-2022 (DIV3) :

- Abandonner l'utilisation de produit phytosanitaire sur les sites nucléaires exceptés les zones sensibles à la sécurité et/ou à la sûreté tel que défini par chacun des sites concernés, ce qui participe à la préservation des milieux et des ressources naturelles. Cet *Engagement volontaire Entreprises Engagées pour la Nature* a été pris par EDF SA dès 2020 et inclut aussi l'interdiction des produits dit biocontrôle (**DIV3-1**) ;
- Engager des initiatives et partenariats ayant pour objectif de développer des actions concrètes avec les acteurs locaux dans le cadre des projets de territoire (**DIV3-2**) ;
- Mener des actions de sensibilisation, de formation et de communication auprès des salariés du Groupe d'une part, et du public d'autre part, pour valoriser l'engagement d'EDF en faveur de la biodiversité (**DIV3-3**).

La Division Production Nucléaire contribue également depuis 2018 à des engagements reconnus sur le plan national comme Entreprises Engagées pour la Nature qui sont des engagements volontaires au niveau du Groupe EDF pour la préservation de la biodiversité. A titre d'exemple, lors du congrès de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature, en septembre 2021, l'investissement de la R&D d'EDF pour la préservation des écosystèmes a été partagé.

Par ailleurs, dans le respect de l'arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses, des actions sont menées pour diminuer la nuisance lumineuse vis-à-vis de la biodiversité tout en préservant la sécurité des CNPE (**DIV 4**). La LEDification permet de protéger le ciel nocturne et de réduire le halo lumineux, et en même temps contribue à la décarbonatation en faveur du climat.

Les principales actions mises en œuvre sur chaque CNPE seront présentées dans les RCR.

#### **4.2.2. Réduire les prélèvements d'eau, intégrer les évolutions de connaissance sur les meilleures techniques disponibles et poursuivre l'amélioration de la maîtrise des rejets dans l'eau**

##### **4.2.2.1. Maîtrise des prélèvements et de la consommation d'eau**

Les prélèvements d'eau correspondent aux quantités d'eau prélevées dans le milieu naturel, tandis que la consommation d'eau concerne les quantités d'eau prélevées qui ne retournent pas directement dans le milieu aquatique.

Les prélèvements d'eau pour le refroidissement du condenseur sont directement liés à la production d'électricité ; des prélèvements d'eau distincts sont dimensionnés pour l'alimentation des systèmes de refroidissement de sûreté nucléaire. L'optimisation des prélèvements d'eau des CNPE a été mise en place dès la conception des installations, selon la situation géographique de la centrale. Sur l'ensemble du Parc nucléaire d'EDF, 97 % de l'eau prélevée par les centrales est restituée à l'environnement et est immédiatement disponible pour les autres usages (les 3 % restants sont consommés par évaporation atmosphérique à travers les tours aéroréfrigérantes).

A la conception des réacteurs équipés de tours aéroréfrigérantes, les ratios débit d'appoint / débit de rejet ont été définis site par site à partir d'essais ayant permis de calculer le facteur optimal de concentration en fonction des caractéristiques des tours aéroréfrigérantes, de la qualité de l'eau brute utilisée en tenant compte de ses évolutions saisonnières, afin d'optimiser les quantités d'eau consommées par ces installations. Cette optimisation prévue à la conception est maintenue en exploitation par toutes les actions de maintenance de la propreté des circuits, en particulier le maintien en condition optimale des tours aéroréfrigérantes.

Par ailleurs, EDF a déjà engagé des optimisations des autres usages industriels de l'eau, notamment en réduisant la quantité d'eau consommée pour les appoints d'eau au circuit secondaire, par des actions d'optimisation du volume d'effluents du circuit secondaire, et par la mise en œuvre, dans le cadre de l'amélioration continue, des stations mobiles d'épuration qui contribuent à la réduction des appoints / rejets d'eau

déminéralisée du circuit secondaire.

Dans le cadre de la refonte du référentiel environnement, un guide relatif aux prélèvements et consommations d'eau sur un CNPE a été élaboré, son application conduit à encourager toute démarche d'optimisation de la consommation d'eau sur les CNPE dès lors que celle-ci est adaptée à la situation et proportionnée aux enjeux.

Dans le cadre du RP5 900, EDF actualise l'appréciation de sa dépendance et de son empreinte sur la ressource en eau et se donne comme objectif de contribuer aux efforts nationaux de sobriété hydrique en réduisant ses prélèvements en eau de manière très significative, en dehors des besoins nécessaires à la production d'électricité (refroidissement du condenseur) et à la sûreté des tranches. Cet objectif est cohérent avec l'objectif du « plan d'action pour une gestion résiliente et concertée de l'eau » présenté par le gouvernement au premier semestre 2023.

Le programme R&D décrit précédemment pour connaître les évolutions hydro-climatiques en climat futur sur les différents CNPE examine notamment l'évolution de la disponibilité de la ressource en eau et en particulier l'évolution future du débit des cours d'eau. La vision globale de tous les leviers d'optimisation des prélèvements et consommations d'eau au regard de cette évolution est en construction sur le parc pour répondre aux enjeux montants sur la ressource en eau et le multiusage de l'eau dans le contexte du changement climatique.

#### **Actions PCE1, PCE2, PCE3, PCE4, PCE5, PCE6**

Une feuille de route précisant les perspectives en matière d'économie d'eau et de réutilisation de l'eau (dit aussi « re-use ») pour le parc nucléaire en exploitation a été élaborée en 2022. Cette feuille de route vise à mieux connaître l'empreinte eau des CNPE, à mettre en œuvre des suivis adaptés, à soutenir une production plus sobre en envisageant des solutions économes, voire des modifications quand cela est possible et adapté.

En complément des actions menées suite à la publication du guide relatif aux prélèvements et consommation d'eau sur les CNPE, cette feuille de route propose :

- de mener l'inventaire des utilisations et de recherche des leviers d'optimisation en cohérence avec l'ambition de réduction très significative des prélèvements d'eau en dehors des besoins nécessaires à la production et à la sûreté, conformément au plan eau (**PCE1**) ;
- de mener des actions de benchmark dans le cadre d'échanges internationaux, avec des exploitants de centrales nucléaires situées dans des zones arides et chaudes (Arizona aux Etats Unis, Cœuvre) (**PCE2**) ;
- de définir une méthodologie permettant de cartographier l'ensemble des flux liquides entrants et sortants d'un CNPE, en termes de quantité et de qualité (**PCE3**) : actuellement, certaines ressources en eau sont très largement réutilisées sur les sites nucléaires. On peut citer en particulier les eaux de refroidissement dans les circuits semi-fermés ainsi que les eaux alimentant le circuit primaire. EDF envisage d'étendre cette démarche à l'ensemble d'un site nucléaire en considérant tous les intrants en eau (eau de refroidissement, eau déminéralisée, eau potable, eaux du réseau incendie, etc.) et les rejets liquides potentiellement réutilisables (effluents de refroidissement, effluents de déminéralisation, effluents des circuits secondaires, effluents de station d'épuration, eaux pluviales, eaux de lavage des tambours filtrants de la prise d'eau, etc.).

De plus, certains leviers d'optimisation ont d'ores et déjà été identifiés.

- Le retour d'expérience concernant les transformateurs de vapeur STR du palier 900Mwe a permis d'identifier des phénomènes de dégradation par fatigue thermique les rendant indisponibles, ce qui peut alors conduire à :
  - l'indisponibilité des systèmes de traitement des effluents (TEP, TEU) ;

- l'utilisation sur de longues périodes des chaudières auxiliaires XCA, à l'origine conçues comme appoint à la production de vapeur par les transformateurs de vapeur STR, ce qui entraîne une augmentation des effluents SEK (condensats en eaux perdues vers SEK liés au basculement sur les 2 chaudières), et une augmentation de la consommation en eau SER.

Dans l'objectif d'optimiser l'usage de l'eau et de limiter le recours aux chaudières auxiliaires, EDF met en œuvre un programme de rénovation, voire de remplacement, des transformateurs de vapeur sur le palier 900 MWe (**PCE4**).

- L'opportunité de mener des actions de re-use sur certaines stations de déminéralisation du palier 900 Mwe sera particulièrement examinée (**PCE5**).

En outre, comme indiqué en §4.1.1, EDF utilise la monochloramine comme traitement biocide dans les circuits de refroidissement des CNPE équipés de tours aéroréfrigérantes. Ce produit ne pouvant être stocké à cause de son instabilité, il est synthétisé sur place à partir d'hypochlorite de sodium, d'ammoniaque et d'eau déminéralisée. Dans le cadre du règlement biocide européen BPR (Biocidal Products Regulation), EDF a déposé un dossier d'approbation de cette substance auprès de l'ECHA (Agence Européenne des Produits Chimiques), qui est en cours d'évaluation par l'ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail)<sup>9</sup>. Une étude interne est en cours pour évaluer l'opportunité de remplacer l'eau déminéralisée par de l'eau adoucie (**PCE6**).

#### **4.2.2.2. Dilution des rejets liquides en aval des CNPE : caractérisation, suivi et propagation**

Des études visant à approfondir la connaissance des rejets liquides en aval du point de rejet, sont menées depuis 2011 pour chacun des CNPE situés en bord de rivière. Ainsi, des campagnes de mesures par suivi du tritium pour caractériser la dilution des rejets liquides de ces CNPE ont déjà été réalisées à l'occasion du quatrième réexamen périodique des réacteurs du palier 900MWe. Ces campagnes ont permis de confirmer les résultats des précédentes campagnes de dilution pour des débits faible à moyen des cours d'eau. Pour les CNPE de bord de mer, des campagnes par thermographie aérienne sont réalisées régulièrement afin de vérifier la validité des modèles numériques de dispersion du panache thermique.

#### **Actions RTD2, RTD3, RTD5,**

Un grand nombre de CNPE du palier 900MWe ont déjà fait l'objet d'une mise à jour de leur étude de dilution dans le cadre du quatrième réexamen périodique. Seuls les sites pour lesquels des problématiques particulières sont identifiées feront l'objet de nouvelles mesures dans le cadre du cinquième réexamen du palier 900MWe. Dans la continuité des actions déjà menées, la mise à jour de ces études de dilution pour les CNPE où cela est jugé nécessaire (**RTD2**), permettra de compléter les éléments de justification de représentativité de la surveillance (**RTD3**) :

- Pour les CNPE en bord de rivière, la représentativité de la localisation des stations multi-paramètres aval des CNPE sera justifiée.

Ainsi, sur le CNPE de Chinon B, l'étude de dilution a permis d'identifier que le point de prélèvement associé à la station multi-paramètres aval du CNPE n'est pas totalement représentatif de l'activité dans le milieu récepteur, soumis à l'influence des rejets du CNPE de Chinon, notamment pour des débits de Loire supérieurs ou égaux au module (350 m<sup>3</sup>/s). Des analyses sont en cours afin d'identifier l'option à

---

<sup>9</sup> Afin de limiter les tests sur animaux, EDF travaille en consortium avec d'autres industriels européens producteurs de monochloramine pour la réalisation de certains tests demandés par les autorités.

retenir pour optimiser la représentativité du point de prélèvement, quel que soit le débit de la Loire (**RTD3bis**) ;

- Pour les CNPE en bord de mer (et estuaire), un diagnostic est en cours de réalisation sur les chaînes de mesure de température de l'eau, dans le cadre d'une affaire nationale (**RTD3ter**).

Les conclusions des études menées pour chacun des CNPE concernés seront présentées dans chaque RCR.

Par ailleurs, une étude présentant le cumul des incidences sur le Rhône et sur la Loire des rejets liquides des centrales nucléaires situées sur ces deux fleuves sera transmise fin 2023 (**RTD5**). Elle présentera ainsi les principaux rejets d'effluents liquides chimiques et radioactifs du CNPE de Civaux, cumulés à ceux des CNPE situés sur la Loire, en cohérence avec les enjeux du bassin concerné. Cette étude répond à la prescription technique [INC-B. III] de la décision ASN 2021-DC-0706 du 3 février 2021 prise au vu des conclusions de la phase générique du quatrième réexamen périodique du palier 900MWe.

#### **4.2.2.3. Optimisation de la gestion des effluents liquides**

La gestion optimisée des effluents et des rejets radioactifs et chimiques consiste à :

- réduire à la source la production d'effluents ;
- collecter les divers effluents, afin de traiter chacun d'eux le plus efficacement possible voire, dans certains cas, les réutiliser, tout en maintenant un équilibre entre les effluents et les déchets ;
- optimiser le conditionnement des circuits afin de limiter les rejets de substances chimiques au strict nécessaire, tout en préservant l'efficacité escomptée de ces traitements (exemple : optimisation des traitements biocide et /ou des conditionnements antitartre des circuits de refroidissement, recherche de substances de conditionnement moins impactantes pour l'homme et l'environnement) ;
- contrôler les effluents pour garantir en toute circonstance le respect des dispositions réglementaires et notamment des limites de rejet des installations.
- garantir la performance des installations de traitement des effluents.

##### **4.2.2.3.1. Rejets d'effluents radioactifs**

Le réacteur est le siège de la formation de substances radioactives (radionucléides) dont seule une infime partie se retrouve dans les effluents, qui font l'objet d'un traitement et/ou d'un entreposage avant d'être rejetés par voie liquide ou atmosphérique.

Les améliorations déjà mises en œuvre depuis la mise en service des réacteurs ont permis de mieux maîtriser les activités rejetées et d'atteindre des valeurs optimales de rejets, suivant le principe de proportionnalité aux enjeux défini dans le code de l'environnement, en particulier :

- carbone 14 : l'amélioration des dispositifs de prélèvements sur tamis moléculaire d'effluents gazeux, a permis la fiabilisation des mesures : les rejets de carbone 14 dans les effluents liquides et gazeux sont depuis 2016 mesurés sur des échantillons prélevés avant rejet, et non plus évalués par calcul ;

- tritium : il n'existe pas de moyens industriels techniquement et économiquement viables permettant d'éliminer le tritium contenu dans les effluents aux concentrations rencontrées dans les installations. Les actions d'amélioration ont porté sur l'amélioration de la mesure des rejets de tritium par voie atmosphérique : la mise en place de nouveaux systèmes de prélèvement en continu du tritium (barboteurs réfrigérés) sur les cheminées des bâtiments des auxiliaires nucléaires, a permis une meilleure représentativité et fiabilité du prélèvement ;
- gaz rares, iodes et aérosols atmosphériques : les effluents radioactifs atmosphériques collectés dans les réservoirs de stockage RS sont traités par décroissance radioactive, sur filtres THE (« très haute efficacité ») pour la rétention des aérosols, et/ou pièges à iodes (charbon actif). Le contrôle et le suivi réguliers de l'efficacité de ces systèmes de traitement ont permis de réduire les rejets d'iodes et d'aérosols. Une modification a été mise en œuvre en RP4900 afin de raccorder plusieurs nouveaux locaux à risque iode au réseau d'extraction iode. Les rejets de gaz rares radioactifs ont également diminué grâce notamment aux mesures prises pour améliorer l'étanchéité des gaines du combustible nucléaire et celle des circuits véhiculant des gaz radioactifs ;
- autres produits de fission et d'activation : dans les effluents liquides, les produits de fission sont retenus en grande partie par les systèmes de traitement (filtres ou résines). 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 l'atteinte d'une activité moyenne annuelle très basse.

Des actions sont d'ores et déjà prévues pour améliorer la disponibilité du système de traitement des effluents TEU (cf. §4.1.5).

#### **Action RE1**

Par ailleurs, les CNPE utilisent parfois des stations mobiles de traitement (SMT) pour assurer la continuité de traitement des effluents TEU chimiques lors d'indisponibilités prolongées des évaporateurs TEU. Les études et les modifications nécessaires à la mise en œuvre de ces systèmes temporaires de traitement ont été réalisées localement par plusieurs CNPE du palier 900 MWe. Le REX d'exploitation des SMT sera capitalisé et mis à disposition des CNPE du palier 900 MWe (**RE1**).

#### **4.2.2.3.2. Rejets d'effluents chimiques**

L'exploitation d'un réacteur nucléaire nécessite l'utilisation de produits chimiques notamment pour la maîtrise de la réaction nucléaire, de l'intégrité des circuits, de l'entartrage et du risque microbiologique. Ceci donne lieu à des rejets d'effluents chimiques par voie liquide dans l'environnement et, dans une moindre mesure, à des rejets chimiques non radioactifs par voie atmosphérique. D'autres substances issues principalement de la corrosion des circuits et équipements sont également rejetées.

Les améliorations déjà mises en œuvre depuis la mise en service des réacteurs et des opérations de traitement chimique (biocide) ont permis d'atteindre un niveau optimal des rejets, suivant le principe de proportionnalité aux enjeux défini dans le code de l'environnement, en particulier :

- acide borique : réduction à la source de la production d'effluents borés, par le déploiement de modifications nationales (notamment le transfert TEP intermédiaire inter-tranches et le recyclage du bore issu des vidanges BR en arrêt de tranche), et la mise en œuvre de la stratégie Parc qui consiste à rechercher un optimum entre rejets d'effluents liquides et production de déchets (optimisation de la concentration en bore dans les concentrats TEU) ;
- hydrazine : réduction de la quantité d'hydrazine présente dans les effluents en amont des réservoirs d'entreposage avant rejet, destruction avant rejet de l'hydrazine dans certains réservoirs, remplacement des pompes à presse étoupe par des pompes à double membrane étanche ;

- morpholine, éthanolamine : remplacement du conditionnement à la morpholine par un conditionnement à l'éthanolamine, qui est davantage biodégradable. Par ailleurs, le déploiement des Stations Mobiles d'Épuration (SME) permet de limiter les rejets d'effluents et de produits de conditionnement lors des phases de redémarrage.

### **Action RE2**

Concernant l'hydrazine, la veille technique réalisée par EDF montre qu'il n'existe pas d'autre substance susceptible de remplacer l'hydrazine dans tous ses usages pour une centrale nucléaire. Afin de réduire encore les rejets, la rénovation du système d'injection d'hydrate d'hydrazine est prévue : l'avancement de ce déploiement sera présenté dans chaque RCR (**RE2**).

### **Traitements biocides**

Les circuits de refroidissements dit « fermés » des CNPE du palier 900 MWe (Bugey 4 et 5, Chinon, Cruas, Dampierre, Saint Laurent B) sont alimentés par de l'eau brute prélevée dans un cours d'eau. Cette eau peut contenir naturellement des micro-organismes potentiellement pathogènes pour l'homme. Le fonctionnement des circuits de refroidissement équipés de tours aéroréfrigérantes peut entraîner le développement de certaines de ces espèces, en raison des températures favorables (25-50°C) et de la durée de séjour de l'eau dans les circuits. Ainsi, ces circuits peuvent engendrer un risque résultant de la dispersion dans l'environnement de légionelles (espèce bactérienne *Legionella pneumophila*) et d'amibes (espèce *Naegleria fowleri*).

La décision ASN n°2016-DC-0578 fixe les modalités de maîtrise de ces risques microbiologiques par des actions préventives, curatives et de surveillance applicables à ces circuits.

Afin de maîtriser les risques microbiologiques dans le respect de la réglementation, la stratégie retenue par EDF passe par la mise en œuvre d'un traitement visant à limiter le risque de dispersion des amibes et des légionelles dans l'environnement. Les traitements et leurs modalités d'utilisation sont adaptés à chaque site, dans le respect des décisions de l'ASN portant sur les limites et modalités de rejets applicables à chaque CNPE concerné.

### **Action TB1**

Le choix du traitement de l'eau de refroidissement des circuits semi-fermés en bord de rivière visant à limiter le risque de dispersion des amibes et des légionelles dans l'environnement est évalué sur la base d'une veille technologique. Cette veille technologique alimente 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, sur la base de critères environnementaux et technico-économiques adaptés à chaque CNPE. Ainsi, les CNPE du palier 900MWe mettent en œuvre un traitement biocide à la monochloramine, identifié à date comme étant la meilleure technique disponible. La veille technologique sera mise à jour permettant ainsi d'identifier les optimisations possibles du traitement à la monochloramine. (**TB1**).

#### **4.2.2.3.3. Dispositions complémentaires issues du retour d'expérience des périodes estivales**

### **Actions RTD6, RTD7, RTD8, RTD9**

L'analyse du retour d'expérience des périodes estivales conduit à envisager des dispositions complémentaires à celles évoquées ci-dessus. L'analyse des facteurs prévisibles pouvant conduire à des contraintes de production permettra la révision des dispositions à court et moyen termes pour optimiser la gestion des étiages. Cette analyse pourra permettre d'adapter les limites qui sont aujourd'hui fixées par la réglementation, en se basant en particulier sur une meilleure connaissance scientifique du milieu naturel.

En complément, une étude des projections d'évolution hydraulique à moyen terme pour les CNPE bord de rivière est prévue. Ces projections fourniront des données d'entrée aux modèles, permettant ainsi d'actualiser la situation des CNPE vis-à-vis des conditions d'étiage, au regard des capacités des réservoirs KER et SEK (RTD6). En fonction des conclusions de cette analyse, EDF mènera des études d'opportunité sur des dispositions permettant de faciliter les rejets d'effluents dans ces situations, par exemple en envisageant la construction de nouvelles bâches supplémentaires sur certains CNPE (RTD7).

En complément de ces actions d'augmentation des capacités d'entreposage des effluents, une démarche d'optimisation du recyclage des effluents tritiés est engagée. Les distillats TEP sont principalement rejetés vers KER, conformément à la doctrine tritium, l'appoint à REA eau se faisant alors par de l'eau déminéralisée :

- La doctrine tritium fera l'objet d'une révision, portant notamment sur la répartition du terme source tritium entre rejets liquides et rejets gazeux, qui améliorera la gestion des étiages sur les sites bord de rivières (RTD8) ;
- La possibilité de recyclage d'effluents TEP distillats non oxygénés vers REA eau doit être garantie pour les sites bords de rivière prioritairement, qui peuvent être confrontés à des situations environnementales contraignantes (crue, étiage), mais également pour l'ensemble des sites, compte tenu des enjeux environnement, disponibilité et manœuvrabilité (RTD9).

#### **4.2.3. Approfondir la connaissance de l'impact thermique des CNPE sur la ressource en eau ainsi que les possibilités d'amélioration associées**

Dans une centrale nucléaire, un tiers de l'énergie thermique produite par le réacteur peut être converti en électricité, le reste est transféré sous forme de chaleur via le condenseur à une source froide, laquelle peut être soit le milieu aquatique (pour les circuits de refroidissement ouverts), soit l'atmosphère (pour les circuits de refroidissement dits « fermés », avec aэрорéfrigérants).

Dans un circuit ouvert, l'énergie non transformée en électricité est cédée en totalité au milieu aquatique (cours d'eau ou mer) : l'eau du circuit de refroidissement est échauffée d'une valeur entre 10 et 15°C avant son rejet dans le milieu. Pour un circuit dit « fermé » (CNPE équipés de tours aэрорéfrigérantes), l'échauffement des cours d'eau après mélange résultant des rejets thermiques est de quelques dixièmes de degré entre l'amont et l'aval.

Les réacteurs sont exploités dans le respect des exigences réglementaires, y compris lors des épisodes de canicule. Ainsi, lors de ces situations climatiques particulières, la puissance des réacteurs peut être réduite afin de respecter les limites associées aux rejets thermiques, comme cela a été le cas en 2003, 2006, 2015, 2019 ou 2022.

Après les canicules de 2003 et 2006, le Ministère en charge de l'environnement, l'ASN et EDF ont convenu de la nécessité de prévoir des dispositions à court et moyen termes permettant d'optimiser la gestion des épisodes caniculaires. Considérant dès 2006, du fait du changement climatique, que le risque de rencontrer des situations de canicule de plus en plus fréquemment devait être pris en compte dans la réglementation des CNPE, et prenant acte de l'absence d'impact significatif des rejets thermiques des CNPE sur la faune piscicole<sup>10</sup>, les limites réglementaires thermiques applicables aux CNPE en cas de canicule ont été introduites :

---

<sup>10</sup> Celui-ci étant beaucoup plus ténu et localisé que celui imputable aux évolutions tendanciennes de la température de l'eau.

- les prescriptions relatives aux prélèvements d'eau et aux rejets des CNPE prévoient des valeurs limites réglementaires spécifiques applicables aux rejets thermiques en conditions climatiques dites exceptionnelles lors de période de canicule. L'application de ces dispositions est, pour certaines, limitée aux situations pour lesquelles le gestionnaire du réseau de transport d'électricité (RTE) requiert le fonctionnement du CNPE concerné à un niveau de puissance donnée, ou quand l'équilibre entre la consommation et la production d'électricité nécessite ce fonctionnement.
- si la situation climatique dépasse les conditions climatiques dites exceptionnelles prévues dans les décisions individuelles du site, et en cas de nécessité publique, qu'il s'agisse d'un requis par le gestionnaire du réseau de transport d'électricité (RTE) de l'équilibre entre la consommation et la production ou d'un autre motif jugé de nécessité publique par les pouvoirs publics, l'exploitant peut être amené à déposer auprès de l'ASN un dossier de demande de modifications temporaires des prescriptions associées aux rejets thermiques pour la poursuite du fonctionnement de centrales nucléaires, en se référant aux dispositions de l'article R593-40-II du code de l'environnement.

Suite aux différents épisodes caniculaires et aux situations dérogatoires qu'ils ont amenées, des réflexions ont été engagées afin d'adapter les textes réglementaires concernant les rejets d'eau chaude des centrales nucléaires aux enjeux de production d'électricité sur le territoire au regard des conditions climatiques actuelles et à venir.

Afin d'approfondir la connaissance de l'impact thermique des CNPE sur la ressource en eau, des études et campagnes de mesure sont menées depuis 2011 afin de caractériser plus finement les rejets liquides en aval des CNPE ainsi que leur impact thermique sur le milieu aquatique (cf. §4.2.2.2).

De plus, de très importants programmes d'études sont menés depuis plusieurs décennies par la R&D d'EDF et se poursuivront dans les années à venir, en associant des partenaires scientifiques reconnus. De nombreuses publications et des colloques ouverts aux parties prenantes intéressées sont proposés sur le thème de la thermie et de l'hydrobiologie (cf. §4.2.3.1).

Enfin, en cohérence avec la déclaration du président de la République du 30 mars 2023 concernant le plan eau, EDF étudiera, pour les réacteurs bord de rivière dont le refroidissement est actuellement en circuit ouvert, la faisabilité d'ajout d'aéroréfrigérants permettant de reprendre tout ou partie de la charge thermique du cycle eau vapeur des réacteurs (cf. §4.2.3.2).

#### **4.2.3.1. Programme de recherche Thermie-Hydrobiologie**

Des études visant à approfondir la connaissance de l'impact thermique des CNPE continuent à être menées, notamment via le programme « Thermie-Hydrobiologie » mené par la R&D d'EDF. Le dernier programme a été réalisé sur la période 2016-2020 (le précédent avait été mené sur la période 2008-2013). Dans le cadre de l'initiative Act4nature en France, EDF s'est engagée à partager avec ses partenaires de la communauté scientifique les résultats des études du programme thermie-hydrobiologie, et à coconstruire avec les acteurs de la recherche ses futures actions de R&D sur cette question. Ce partage a eu lieu en novembre 2022. Un nouveau programme de recherche sera lancé sur la période 2023-2027. En concertation avec les acteurs scientifiques, les projets de recherche retenus pour constituer le nouveau programme 2023-2027 s'intéresseront :

- aux évolutions à long terme des composantes des écosystèmes fluviaux ;
- aux adaptations physiologiques des poissons des grandes rivières à l'augmentation de la température ;
- aux évolutions à long-terme des écosystèmes côtiers en Manche ;
- aux adaptations physiologiques et comportementales du bar européen au changement climatique ;
- aux réponses des communautés microbiennes des rivières changements globaux.

L'avancement de ces études sera documenté (**RTD1**).

#### **4.2.3.2. Etude de la faisabilité d'ajout d'aéroréfrigérants pour les réacteurs en circuit ouvert**

##### **Action ARO1**

Pour les réacteurs du palier 900MWe fonctionnant en circuit ouvert (les 4 réacteurs du CNPE de Tricastin et les 2 réacteurs du CNPE de Bugey), dans le cadre du RP5 900, EDF réalisera des études de faisabilité d'installation d'aéroréfrigérants permettant de reprendre tout ou partie de la charge thermique du cycle eau vapeur de la centrale (**ARO1**).

#### **4.2.4. Poursuite d'actions majeures liées à la maîtrise des inconvénients et nuisances**

##### **4.2.4.1. Analyse du cycle de vie**

L'impact sur le changement climatique via les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) peut être calculé par kilowattheure d'électricité produite, pour chaque filière de production d'électricité. Ces émissions sont exprimées en grammes équivalent CO<sub>2</sub> (g éq. CO<sub>2</sub>), le CO<sub>2</sub> n'étant toutefois pas le seul gaz à effet de serre. On considère le potentiel de réchauffement global des gaz émis et participant au changement climatique (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, etc.), à horizon 100 ans selon l'usage le plus répandu.

L'Analyse du Cycle de Vie (ACV) est aujourd'hui reconnue comme la méthode de référence pour l'évaluation environnementale globale des produits et services et sa réalisation est régie par les normes ISO 14040 et ISO 14044. C'est une méthode d'évaluation des impacts potentiels d'un système (produit, service, procédé, filière) sur l'environnement (approche multicritères), qui repose sur l'inventaire des flux de matière et d'énergie pour les différentes phases du cycle de vie du produit (dans notre cas le kWh électrique), de l'extraction des matières premières jusqu'à la gestion des déchets (approche multi-étapes).

L'ACV complète les estimations d'impact menées par CNPE en apportant une vision globale et transverse : l'analyse complète du cycle de vie d'un produit, de l'amont à l'aval du produit (ici le kWh), permet une évaluation environnementale multicritères, adressant l'ensemble des principaux enjeux environnementaux (bilan gaz à effet de serre, épuisement des ressources, consommation d'eau, pollutions de l'eau, l'air et le sol, etc.). L'aspect multi-étapes et multicritères (différents indicateurs environnementaux) de la méthodologie est un élément clé afin d'éviter les transferts d'impacts environnementaux d'une étape à l'autre ou d'un aspect environnemental à un autre.

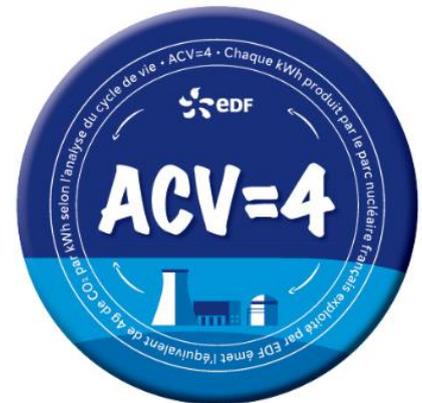
Afin de déterminer le bilan GES de ses différents moyens de production d'électricité, le groupe EDF utilise la méthode d'Analyse du Cycle de Vie (ACV). Outre la production d'électricité elle-même (émissions directes durant le fonctionnement du CNPE), de nombreux paramètres sont pris en compte pour calculer ce bilan : extraction, fabrication et transport des combustibles, traitement des déchets, construction et démantèlement, distribution, etc., qui constituent les émissions indirectes.

##### **Actions : ACV1, ACV2**

Pour la filière nucléaire française, le bilan GES du kWh produit par EDF, calculé en ACV, a été estimé une première fois en 2002 à 4 g éq. CO<sub>2</sub>/kWh. EDF a réalisé une mise à jour de son ACV du kWh nucléaire, en adaptant et affinant le jeu de données préalablement utilisé (**ACV1**).

Cette mise à jour s'appuie sur les chiffres de 2019 (production d'électricité et paramètres du cycle) pour le parc en exploitation (58 réacteurs). La durée de vie retenue est de 40 ans.

Cette analyse, réalisée selon les normes et ayant fait l'objet d'une revue critique par un panel d'experts indépendants, a été publiée en 2022 et permet de confirmer que le kWh nucléaire du parc français, produit par EDF, fait partie des énergies les plus faiblement émettrices de CO<sub>2</sub> en confirmant le bilan de **4 g éq. CO<sub>2</sub>/kWh**.



L'exploitation des centrales nucléaires permet d'éviter les émissions de GES liées à la non-utilisation de centrales fossiles existantes (charbon, gaz, fioul) et/ou à la non-construction (et l'utilisation) de nouvelles capacités de centrales fossiles. Ce principe repose sur le fait que seule la production dite pilotable (fossiles, nucléaire, hydraulique de type retenue) peut se substituer à de la production non pilotable, issue des énergies fatales et/ou intermittentes (exemples : éolien, solaire photovoltaïque, hydraulique au fil de l'eau).

Ainsi, chaque kWh nucléaire produit permet d'éviter les émissions de kWh fossiles (charbon, gaz ou fioul) 100 à 200 fois plus contributeurs à l'effet de serre. Les émissions liées à ces moyens de production sont respectivement de 1060, 418 et 730 g éq. CO<sub>2</sub>/kWh, alors que les émissions liées aux moyens de production hydraulique, solaire (fabrication en Chine) et éolien (terrestre) sont respectivement de 6, 14 et 44 g éq. CO<sub>2</sub>/kWh (source ADEME).

Sur cette base, EDF a mis à jour la valorisation de CO<sub>2</sub> évité par dix ans de prolongement d'exploitation d'une centrale (**ACV2**).

Cette mise à jour confirme que le fonctionnement d'un réacteur nucléaire sur dix ans supplémentaires a un impact très positif en faveur de la lutte contre le réchauffement climatique avec un gain de l'ordre de 36 mégatonnes éq. CO<sub>2</sub> en cas de substitution par une production au gaz, 62 mégatonnes éq. CO<sub>2</sub> pour le fioul et 91 mégatonnes éq. CO<sub>2</sub> pour le charbon.

Les résultats de ces mises à jour seront détaillés dans les RCR.

#### 4.2.4.2. Emissions de gaz à effet de serre (GES)

##### Emissions d'hexafluorure de soufre

L'hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>) est un gaz artificiel utilisé pour l'isolation des équipements électriques de très haute tension. Les postes des sites 900MWe ont principalement été construits en poste aérien (PA), à l'exception des sites de Gravelines et Blayais où on retrouve également des éléments de postes sous enveloppe métallique (PSEM). Les émissions de SF<sub>6</sub> ont principalement deux origines :

- les fuites, liées à l'état général de l'installation (portées de joints et joints), à estimer en regard du taux de fuite à la conception (1 %) correspondant aux normes de fuite en vigueur au moment de la fabrication/conception des matériels <sup>11</sup>.
- les fuites technologiques inéluctables, classées en 3 catégories :
  - les avaries exceptionnelles : tout amorçage dans un compartiment se solde par la perte de la totalité du SF6 de ce dernier en cas de rupture du disque de surpression et/ou de fusion de l'enveloppe même ;
  - la maintenance normale : de manière non intuitive, la maintenance peut également contribuer aux émissions, même si les matériels modernes permettent de limiter ces dernières.
  - la maintenance exceptionnelle : les opérations de maintenance lourde avec le matériel adéquat et dans les règles de l'art conduisent à des émissions à hauteur de 1 à 3 % des masses manipulées en fonction des types et technologies de poste.

### **Action RES1**

Suite au retour d'expérience, EDF a mis en œuvre sur le parc un ensemble d'actions pour réduire efficacement et durablement les émissions de SF6. Ces actions portent sur la résorption des fuites et reposent sur les principes suivants :

- sur tout caisson qui nécessite un appoint de SF6, EDF procède systématiquement à une recherche de fuite;
- lorsqu'une fuite est repérée, elle fait l'objet d'un traitement par encapsulation (réalisé tranche en marche);
- lorsque l'encapsulation n'est pas possible, une réparation est réalisée (en arrêt de tranche car elle nécessite une vidange intégrale du caisson concernée et partielle des caissons adjacents);
- le traitement réalisé fait l'objet d'une vérification d'efficacité dans le semestre qui suit.

Entre 2008 et 2021, les actions mises en œuvre par EDF sur l'ensemble du parc ont permis de réduire le taux d'émission dans l'atmosphère de près de 87 %. Ces émissions représentent 1192 kg en 2021, soit l'équivalent de 28000 tonnes de CO2 (facteur 23500).

L'avancement du plan de réduction des émissions de SF6 sera présenté dans les RCR (**RES1**).

### **Veille réglementaire au niveau européen**

L'Union Européenne (UE) a revu à la hausse ses ambitions en matière climatique en fixant un objectif contraignant de réduction nette des émissions de gaz à effet de serre (GES) d'au moins 55% d'ici à 2030, par rapport aux niveaux de 1990, et de neutralité climatique de l'UE à l'horizon 2050. Pour atteindre ces objectifs et pouvoir maintenir l'augmentation de la température moyenne de la planète en dessous de 1,5°C, l'UE a décidé de renforcer tous les instruments pertinents pour la décarbonation de l'économie de l'Union.

Dans ce cadre, le règlement de l'UE datant de 2014 sur les gaz fluorés (dit règlement F-Gaz), identifié comme étant un instrument clé de la régulation des émissions de gaz à effet de serre fluorés, doit être révisé.

Conformément à sa raison d'être visant à « construire un avenir énergétique neutre en CO<sub>2</sub> », de par sa veille réglementaire au niveau européen, le Groupe EDF soutient l'ambition européenne de réduction des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050 et déterminera les suites à donner dans le cadre du cinquième réexamen du

---

<sup>11</sup> Le non-dépassement du seuil de 1 % n'est pas limitatif et ne signifie pas l'arrêt des efforts puisque, dans ce domaine, EDF s'inscrit dans une démarche environnementale de type ALARA, As Low As Reasonably Achievable (aussi basse que raisonnablement possible), principe de base de la protection contre les rayonnements ionisants.

palier 900MWe.

#### Systèmes d'échanges de gaz à effet de serre

Dans le respect de la réglementation relative aux systèmes d'échanges de quota d'émissions de gaz à effet de serre, depuis 2021, chaque CNPE déclare les émissions annuelles en tonnes équivalent CO<sub>2</sub>, provenant de l'activité de combustion de combustibles des installations de secours dont la puissance thermique est supérieure à 20 MW.

#### **4.2.4.3. Actualisation de l'impact radiologique à l'homme et aux espèces non humaines**

##### **Action SE1**

À partir des activités rejetées par radionucléide, une évaluation de l'impact dosimétrique à l'homme et aux espèces non humaines est réalisée avec l'outil SYMBIOSE, outil opérationnel de référence cofinancé par l'IRSN et EDF. Cet outil permet une approche intégrée d'évaluation de l'impact radiologique homme/biota grâce à l'implémentation d'un module d'évaluation de l'impact aux espèces non humaines reproduisant l'approche ERICA, développée depuis 2004 par un consortium d'organismes européens (dont l'IRSN).

L'outil SYMBIOSE fait l'objet de développements continus afin d'accroître son réalisme tout en assurant le degré de conservatisme requis pour les études d'impact. Ainsi, EDF participe à des groupes de travail nationaux et internationaux qui permettent l'inter-comparaison et l'amélioration continue de l'outil SYMBIOSE avec d'autres modèles d'évaluation des incidences des radionucléides à l'homme et à l'environnement, ainsi que de la méthodologie d'application. Par exemple, les programmes initiés par l'AIEA (Agence Internationale de l'Énergie Atomique) MODARIA I et II (Modelling and Data for Radiological Impact Assessments) (MODARIA I 2012-2015 et MODARIA II 2016-2019), ont montré l'adéquation des résultats obtenus avec SYMBIOSE avec ceux obtenus via d'autres modèles au niveau international. Un point sur les méthodologies et outils d'évaluation de l'impact radiologique sera réalisé (**SE1**).

#### **4.2.4.4. Analyse de l'état chimique et radiologique de l'environnement portant sur le CNPE et son voisinage**

Conformément à l'article 3.3.6 de la décision 2013-DC-0360 modifiée (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. Elle porte au minimum sur les paramètres mesurés pour réaliser l'état de l'environnement demandé dans l'étude d'impact initiale de l'installation et ses mises à jour successives.* ».

##### **4.2.4.4.1. Etat chimique et radiologique de l'environnement**

L'analyse de l'état chimique de l'environnement est réalisée à partir de la synthèse rétrospective des données de la surveillance pérenne et prend en compte les prescriptions du IV de l'article 3.3.1 de la décision environnement, à savoir : la « *prise en compte, lorsqu'ils existent, des méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique, du potentiel écologique et de surveillance des eaux définis par les arrêtés du 25 janvier 2010 susvisés* ».

L'étude des mesures faites dans l'environnement d'un site et la comparaison des données issues des stations de surveillance en amont et en aval permettent de suivre un éventuel impact du fonctionnement du CNPE sur

son environnement aquatique depuis sa mise en service.

La surveillance hydroécologique pérenne d'un site consiste en plusieurs campagnes annuelles de prélèvements physico-chimiques et hydrobiologiques. Ces analyses effectuées annuellement conduisent à identifier les évolutions éventuelles des caractéristiques physico-chimiques ou biologiques du milieu aquatique au niveau d'un site, et à établir dans quelle mesure ces évolutions peuvent être liées au fonctionnement du site. Si l'analyse des données montrait une évolution significative pour une ou plusieurs substances, une étude d'impact de cette/ces substance(s) serait réalisée au regard des concentrations mesurées dans le milieu.

L'analyse de l'état radiologique de l'environnement est fondée sur une synthèse des résultats issus de la surveillance réglementaire et des études radioécologiques fines réalisées à l'initiative d'EDF sur la période considérée. Ces études ont fait l'objet d'une amélioration continue au fil du temps ; la sélection des matrices et des stations de prélèvement a ainsi été affinée et elle est centrée aujourd'hui sur les matrices les plus représentatives en fonction du retour d'expérience à l'échelle locale et nationale.

Chaque RCR présentera les conclusions des analyses de l'état chimique et de l'état radiologique de l'environnement portant sur le CNPE et son voisinage.

#### **4.2.4.4.2. Etat des sols**

##### **4.2.4.4.2.1. Analyse de l'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 [analyse de l'état chimique et radiologique de l'environnement portant sur l'installation et son voisinage] comprend un état des sols de son installation.* »

L'état des sols et des eaux souterraines est réalisé sur l'ensemble des périmètres INB des réacteurs en exploitation du site étudié.

La méthode adoptée par EDF pour réaliser un état des sols a été établie à partir des guides méthodologiques du domaine<sup>12 13</sup>. Cette méthode est présentée en annexe.

A échéance de chaque RCR les conclusions de l'analyse de l'état des sols du CNPE seront présentées, à savoir :

- une synthèse des données de qualité des sols (résumé des résultats des campagnes de mesures de terrain réalisées au droit de l'installation, comparés aux données de l'état initial ou à défaut, aux données sur l'état des sols de l'environnement local témoin du site) et des eaux souterraines;
- les résultats de l'interprétation de l'état des sols et la mention des zones nécessitant, le cas échéant, des mesures de gestion. Ce chapitre n'a cependant pas pour objectif de présenter le contenu et les attendus de ces mesures de gestion.

---

<sup>12</sup> Guide n°24 de l'ASN de 2016 relatif à la gestion des sols pollués par les activités d'une installation nucléaire de base.

<sup>13</sup> Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués, Direction générale de la Prévention des Risques - Bureau du Sol et du Sous-Sol, avril 2017.

#### **4.2.4.4.2.2. Actions de protection des sols et des eaux souterraines**

Afin d'améliorer la protection de l'environnement et notamment les sols et les eaux souterraines, des actions ont été engagées dans l'objectif de renforcer le confinement dans les installations des substances dangereuses et radioactives.

#### **Actions SOL1, SOL2, SOL3**

Compte tenu des difficultés rencontrées actuellement dans la déclinaison du référentiel permettant la vérification en service des circuits véhiculant des substances dangereuses et radioactives, difficultés liées notamment aux différentes exigences réglementaires applicables, à la variété des substances dangereuses et à la nécessaire définition du périmètre des matériels concernés, une refonte du référentiel de maintenance des circuits véhiculant des substances dangereuses et radioactives est engagée. Cette refonte intègre la collecte des données nécessaire à la définition de la doctrine (exigences, retour d'expérience), l'élaboration du référentiel selon une structure rénovée et les mesures d'accompagnement vis-à-vis des sites. La synthèse de ce programme sera présentée dans à échéance de chaque RCR (**SOL1**).

Le programme « *Tuyauteries enterrées ou en caniveaux difficilement accessibles* » est un programme de contrôle complémentaire engagé dans le cadre du quatrième réexamen périodique du palier 900MWe.

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.

L'objectif est de vérifier la tenue et l'intégrité des tuyauteries enterrées ou en caniveaux difficilement accessibles. Ce programme a été reconduit pour le cinquième réexamen périodique du palier 900 MWe. La synthèse des diagnostics et réparations éventuelles réalisées pour chacun des CNPE concernés sera présentée dans chaque RCR (**SOL2**).

Les études engagées définissent également les mesures pérennes visant à mettre en place des ouvrages de confinement permettant de collecter, pour les zones à risques, les eaux susceptibles d'être polluées par déversement incidentel. Les principales hypothèses prises en compte pour le dimensionnement des ouvrages dits « pérennes » ont été partagées et justifiées auprès de l'Autorité de Sûreté Nucléaire. Ces hypothèses concernent la prise en compte des eaux d'extinction d'un incendie (hors bâtiments administratifs), l'exclusion du scénario de déversement accidentel sur voirie, le dimensionnement du volume de déversement accidentel forfaitaire correspondant au cas d'un déversement lors de la manipulation de substances dangereuses ou radioactives et le dimensionnement du volume correspondant aux eaux pluviales. La définition précise de la conception des modifications qualifiées de « pérennes » selon les hypothèses précitées et permettant d'assurer le confinement d'un déversement de substances dangereuses ou radioactives cumulé avec les eaux de pluie, est en cours d'étude. Les modifications réalisées pour chacun des CNPE concernés seront présentées dans chaque RCR (**SOL3**).

#### 4.2.4.5. Mesures des niveaux d'émission sonore du site

La réglementation en vigueur (arrêté INB et décision 2013-DC0360 modifiée, dite décision environnement) s'appuie sur trois critères acoustiques pour évaluer et limiter l'impact sonore des installations nucléaires :

- l'émergence sonore en zone à émergence réglementée : c'est la différence entre le bruit ambiant (bruit de l'environnement et de l'installation) et le bruit résiduel (bruit de l'environnement seul), calculée aux premières habitations ;
- le niveau sonore en limite d'établissement ;
- le fonctionnement de l'établissement ne doit pas être à l'origine de tonalité marquée, au sens du point 1.9 de l'annexe de l'arrêté ICPE du 23/01/1997, d'une durée supérieure à 30 %.

À la construction des centrales nucléaires et en l'absence de critères imposés, l'objectif en matière d'impact acoustique pour les INB était fixé à un niveau de bruit ambiant<sup>14</sup> maximum d'environ 50 dBA aux premières habitations. Les INB sont installées dans des zones calmes, pour lesquelles le niveau de bruit résiduel<sup>15</sup> est d'environ 30 dBA. Les valeurs d'émergence sonore mesurées peuvent ainsi atteindre jusqu'à 20 dBA dans certaines ZER, les valeurs d'émergence sonore admissibles définies par la réglementation actuelle sont donc extrêmement contraignantes.

Outre les solutions d'insonorisation apportées aux CNPE, EDF a développé des outils qui permettent de répondre à la réglementation en vigueur sur le plan acoustique. Les besoins liés au développement du Parc nucléaire ont amplifié les efforts de développement de ces outils. Les produits proposés sur le marché, étant essentiellement orientés vers le traitement des bruits de transport (routier, aérien, ferroviaire), et donc mal adaptés au traitement des bruits industriels, EDF a décidé de concevoir une application dédiée : Code\_TYMPAN™, qui est un logiciel libre de propagation acoustique dans des scènes 3D complexes pour l'évaluation et la prévision de l'impact sonore de sites industriels.

Conformément à la réglementation, le respect du critère d'émergence en Zone à Emergence Réglementée (ZER) s'apprécie à partir d'une campagne de mesures initiale de bruit ambiant et de bruit résiduel en ZER et de bruit ambiant en limite d'établissement. Les campagnes de mesures périodiques sont à réaliser au plus tard tous les dix ans.

Les niveaux de bruit ambiant et résiduel sont déterminés par des mesures selon la méthode d'expertise de la norme NF S 31-010 relative à la caractérisation et au mesurage des bruits de l'environnement. Ces mesures sont réalisées aux premières habitations du site lorsque les installations sont en fonctionnement normal. Les conditions météorologiques ayant une influence non négligeable sur la propagation, les données météorologiques du site correspondant à la période de mesurage doivent être consignées. Les sources de bruit des ouvrages implantés en cours d'eau sont exclues (seuils, prises d'eau, rejets...).

L'évaluation de l'émergence en ZER nécessite plusieurs types de mesures (mesures de bruit ambiant et résiduel en ZER, mesures météorologiques et mesures des caractéristiques acoustiques des sources) ainsi que le résultat d'un calcul Code\_TYMPAN™ permettant d'évaluer la contribution des bruits d'eau.

Les ZER sont représentées par un ensemble de points caractéristiques de la situation acoustique des zones habitables ou habitées situées autour du site. Les mesures ont lieu à l'extérieur des habitations, en limite de propriété des riverains.

---

<sup>14</sup> Bruit ambiant : bruit généré par toutes les sources de l'environnement y compris celles du site.

<sup>15</sup> Bruit résiduel : bruit généré par toutes les sources de l'environnement exceptées celles du site.

Les points de mesure de bruit ambiant sont choisis le plus en vue à la fois du site et des sources de bruit résiduel (routes, voies de chemin de fer, activité industrielles extérieures...) de façon à ne privilégier ni le site, ni les sources extérieures au site.

Le bruit résiduel doit être mesuré en priorité en un point de l'environnement représentatif de la situation d'exposition du point de mesure de bruit ambiant aux sources de bruit résiduel. Étant donné l'impossibilité d'arrêter toutes les installations du site, un point masqué du site est parfois recherché, soumis aux sources de bruit résiduel ou, très rarement, le bruit résiduel est calculé à partir de la mesure du bruit ambiant.

Considérant que la nuisance engendrée par les sources de bruit à caractère « naturel » est moindre que celle engendrée par des sources industrielles, l'indicateur d'émergence en ZER relevant des dispositions de l'article 4.3.5 de l'arrêté INB précité, est obtenu en intégrant les contributions de bruit de type chute d'eau dans le bruit résiduel. Une analyse est effectuée pour produire pour chaque point de mesure un couple unique de valeurs de bruit résiduel et de bruit ambiant, le plus représentatif possible d'un point de vue statistique des conditions de propagation. Le niveau de bruit résiduel incluant les bruits d'eau ne peut pas être mesuré directement. Il est obtenu, à partir d'une part des couples de valeurs mesurées de bruit ambiant et de bruit résiduel hors bruits d'eau et d'autre part, d'un calcul Code\_TYMPAN™.

Les points de mesures en limite de site sont définis de manière à pouvoir vérifier le lien entre le respect de la valeur d'émergence en ZER et la valeur mesurée en limite de site. Par défaut, un point de mesure en limite de site est associé à chaque point de ZER et est défini dans la direction de chaque point en ZER.

S'il se trouve que plusieurs sources très éloignées les unes des autres contribuent de manière significative en une ZER donnée, plusieurs points en limite de site en lien avec cette ZER peuvent être définis. Dans de rares cas, un point de limite de site peut être utilisé pour plusieurs points de ZER.

Le RCR présentera les conclusions de la mesure des niveaux d'émission sonores du CNPE.

#### **4.2.4.6. Maîtrise des déchets**

La gestion optimisée des déchets vise à :

- réduire à la source le volume et la nocivité des déchets nucléaires 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, contrôler et assurer la traçabilité des déchets de façon à pouvoir garantir en toutes circonstances le respect des dispositions réglementaires applicables.

Ces différentes étapes permettent 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 issus de zones à production possible de déchets nucléaires (radioactifs ou potentiellement radioactifs) destinés aux centres de stockage de l'ANDRA (optimisation de l'utilisation des capacités de stockage).

Cette gestion optimisée repose principalement sur le zonage déchets qui permet :

- de gérer les déchets (issus de zone à production possible de déchets nucléaires et de zone à déchets conventionnels) de façon fiable, sûre, opérationnelle et pérenne ;

- de limiter les quantités de déchets nucléaires 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.

Parmi l'ensemble des actions engagées par EDF dans le cadre de sa démarche d'optimisation de la gestion des déchets nucléaires, peuvent être soulignés en particulier :

- la généralisation du compactage des déchets technologiques de faible activité (réduction des volumes transportés, traités et stockés) et le conditionnement de ceux destinés à l'incinération en fût plastique (réduction des volumes de déchets induits). La réduction de volumes de déchets stockés constitue un enjeu fort, c'est pourquoi le recours aux filières incinération et fusion de Centracore est privilégié autant que possible pour les déchets incinérables (plastiques, tenues, ...) et pouvant être fondus (déchets métalliques) de faible activité vie courte ;
- le désencombrement des aires extérieures dédiées à l'entreposage des déchets de très faible activité (aires TFA) et des outillages contaminés (AOC), consistant à désentreposer et à traiter les déchets historiques et outillages obsolètes présents sur ces aires pour en faciliter l'exploitation ;
- l'évolution du schéma industriel des opérations de nettoyages préventifs des générateurs de vapeur, qui permet de limiter les impacts déchets associés à ces activités de maintenance ;
- la création de l'installation ICEDA <sup>16</sup>, mise en service fin 2020, qui vient compléter la filière industrielle de gestion des déchets radioactifs d'EDF. Dans l'attente de la disponibilité de CIGEO <sup>17</sup>, cette installation va permettre de conditionner et d'entreposer les déchets activés d'exploitation de moyenne activité vie longue (DAE) actuellement présents dans les piscines BK des CNPE.

### **Actions : DR1, DR2, DR3**

Cette démarche d'amélioration continue se poursuit et de nouvelles actions sont engagées, visant en particulier :

- Le Système d'Information (SI) déchets : afin de renforcer les dispositions de traçabilité et de suivi en temps réel des déchets en amont de leur colisage, le développement de WasteApp a été engagé en 2017. Cet outil permet d'optimiser :
  - le processus de gestion des déchets nucléaires au niveau opérationnel, par l'utilisation de tablettes numériques qui minimisent les saisies manuelles (donc le risque d'erreurs), facilitent et valorisent cette tâche pour les intervenants,
  - le pilotage métier au niveau local (suivi et pilotage en temps réel des entreposages, des opérations de conditionnement, des expéditions) et national (analyse du retour d'exploitation, élaboration des prévisionnels de production, ...).

L'application permet ainsi de répondre aux besoins identifiés en matière de capitalisation des données de production, d'anticipation des besoins matériels et humains, de gestion des entreposages et des stocks de contenants et matériaux de conditionnement, de simplification de la traçabilité.

---

<sup>16</sup> Installation de Conditionnement et d'Entreposage de Déchets Activés

<sup>17</sup> Centre Industriel de stockage GEOlogique

Le déploiement généralisé de WasteApp a abouti une refonte profonde du SI déchets, cet outil remplaçant désormais l'ancienne application DRA (Déchets RAdioactifs) devenue obsolète ainsi que 2 autres applications utilisées par les gestionnaires déchets pour l'élaboration des bilans réglementaires (outil Inventaire) ou pour des caractérisations radiologiques spécifiques (outil Odicé<sup>18</sup>). L'avancement de ce déploiement sera présenté dans les RCR (**DR1**).

- Le système TES (Traitement des Effluents Solides) : ce système regroupe l'ensemble des installations dédiées au traitement des déchets nucléaires solides produits dans le cadre de l'exploitation et de la maintenance d'un CNPE. Son bon fonctionnement contribue à maîtriser l'impact des activités de gestion des déchets (conditionnement, entreposage et évacuation) sur les intérêts protégés en facilitant leur réalisation. La nécessité de conduire une réflexion nationale sur le thème de l'optimisation des moyens de conditionnement des déchets a été identifiée en 2018. Elle s'est traduite par l'ouverture du projet RESYST (REnovation du SYSTème TES) qui consiste à identifier les actions de fiabilisation pouvant apporter des gains substantiels en termes de facilités d'exploitation (disponibilité, utilisation, entretien, sécurité, radioprotection, ...), et à mettre en œuvre une organisation optimisée pour la gestion de ces matériels.

L'état des lieux réalisé en 2019 et 2020 sur 6 CNPE pilotes a permis d'élaborer un plan d'action national pluriannuel. Les expertises complémentaires engagées en 2021 et 2022 ont permis d'approfondir cet état des lieux initial, avec l'objectif de définir les solutions de rénovation et programmes de maintenance adaptés. Le déploiement de la stratégie retenue sur l'ensemble des CNPE intègre notamment les capacités industrielles des prestataires en charge de ces rénovations et le programme industriel de chaque CNPE. L'avancement de la rénovation des matériels TES sera présenté dans les RCR (**DR2**).

En parallèle et en complément du projet RESYST, les CNPE se sont dotés de détecteurs à rayons X, qui facilitent et renforcent le contrôle du tri des déchets technologiques de faible activité vie courte. Ces dispositifs détectent la présence de déchets métalliques dans des sacs de déchets incinérables. Ils limitent ainsi les non-qualités des colis et permettent de sensibiliser davantage les producteurs de déchets qui doivent reprendre les déchets mal triés. Le déploiement de ces matériels sera présenté dans les RCR (**DR3**).

Concernant le reconditionnement des déchets, un bilan des déchets nécessitant, le cas échéant, une reprise de leur conditionnement et un bilan des études menées et restant à conduire, accompagnés d'un échéancier, seront également présentés dans chaque RCR, conformément à l'article 6.8 de l'arrêté INB.

---

<sup>18</sup>Cet outil est un outil dédié aux structures en déconstruction et n'est pas utilisé par les CNPE.

## **5. REMISE EN SERVICE DE L'INSTALLATION**

Les essais décennaux sont des essais complémentaires aux requalifications individuelles des modifications réalisées en visite décennale en vue du redémarrage de l'installation modifiée suites aux importants travaux menés au titre de la réévaluation de sûreté des installations. Ces essais décennaux sont généralement effectués sur une seule tranche, compte tenu de la politique « palier » du parc nucléaire d'EDF.

Dans le cadre du RP5-900, EDF reconduira la méthodologie mise en œuvre lors des réexamens antérieurs pour analyser le besoin en essais décennaux en RP5-900 en intégrant :

- Le retour d'expérience des précédents exercices d'analyse de besoins en essais décennaux sur tous les paliers ;
- Les modifications matérielles réalisées entre les réexamens RP4 et RP5-900 ;
- Les évolutions de documentation d'exploitation et les modifications matérielles prévues en RP5-900 ;
- La complétude du programme d'essais périodiques des systèmes de sauvegarde et des systèmes support associés.

Les livrables suivants sont prévus :

- La liste préliminaire des essais complémentaires fonctionnels d'ensemble RP5-900 (ceux relatifs aux modifications majeures prévues d'être déployées lors du RP5-900 et ceux résultant des analyses de la démarche historique hors cumul de modifications) ;
- La liste définitive des essais RP5-900.

Pour chaque essai identifié, EDF indiquera et justifiera si les essais sont à réaliser sur une seule tranche représentative de l'état de l'installation après intégration des modifications du réexamen de sûreté RP5-900 ou sur plusieurs tranches du palier.

Le bilan des essais décennaux suite à leur réalisation sera intégré au RCR de la tranche considérée.

## **6. DÉMANTÈLEMENT**

Conformément au 8.3.1 – II de l'arrêté du 7 février 2012, ainsi qu'aux préconisations du guide ASN n°6 (version du 30/08/2016), le contenu du plan de démantèlement est réévalué, et si besoin mis à jour, à l'occasion des RCR (Rapport de Conclusions du Réexamen) lors de chaque réexamen périodique de l'installation (y compris lors de la phase de démantèlement). L'actualisation du plan de démantèlement pour le RP5-900 s'orientera, le cas échéant, vers la prise en compte des évolutions des techniques de démantèlement et le retour d'expérience dans tous les domaines (sûreté, radioprotection, déchets, environnement). Elle intégrera également toute évolution réglementaire et toute modification matérielle importante qui serait de nature à impacter le contenu du plan de démantèlement.

Elle réexaminera et actualisera enfin les dispositions prévues pour la conservation de l'historique, le maintien des compétences, les étapes du démantèlement. Cette actualisation concernera ainsi l'ensemble du document.

Pour chaque tranche, le plan de démantèlement sera transmis à l'ASN à l'occasion de la remise du RCR.

## **7. CONCLUSIONS**

Après les améliorations de sûreté réalisées dans le cadre du réexamen RP4-900, le réexamen périodique RP5-900 constituera un progrès supplémentaire dans le domaine de la protection des intérêts tels qu'identifiés par le code de l'environnement.

Le présent DOR présente les objectifs et orientations retenus par EDF. Il présente les thèmes techniques associés ainsi que les livrables et actions supports à la démarche.

Il définit le programme de travail vis-à-vis de l'ASN et permet de sécuriser le processus de choix industriels induits par la démarche de réexamen proposé, en vue d'une TTS début 2029.

## **8. ANNEXES**

**ANNEXE 1**

**LIVRABLES ASSOCIES  
AU PROGRAMME DE TRAVAIL  
DU VOLET RISQUES DU REEXAMEN RP5-900**

Thème	Libellé du livrable	Code
<b>Risques</b>		
<b>Conformité</b>		
<b>Maîtrise de la conformité</b>		
	Note de présentation du programme pluriannuel des contrôles réalisés au titre de la maîtrise de la conformité et résultats obtenus	MCF-1
	Note de méthode des visites terrain	MCF-2
	Programmes de visite sur chacun des matériels/circuits retenus pour l'examen de la conformité RP5 900	MCF-3
	Demande Particulière pour la prescription des visites terrain	MCF-4
	Synthèse dans le RCR de chaque réacteur des visites et des contrôles mis en œuvre dans le cadre de la démarche de maîtrise en continu de la conformité en lien avec le RP5 900	MCF-5
<b>Maîtrise du vieillissement</b>		
	Périmètre associé aux composants remplaçables	MVT-1
	FAV et DAPE composants	MVT-2
	DAPE de tranches	MVT-3
	Éléments associés à la démarche générique et à la production des DAPE de tranche	MVT-4
	Dossier de justification de la zone cœur des cuves du palier 900 Mwe	MVT-5
<b>Programme d'Investigations Complémentaires</b>		
	Note de méthodologie pour l'élaboration des programmes du PIC	PIC-1
	Programme d'Investigations Complémentaires détaillé	PIC-2
	Note de bilan PIC (par tranche concernée)	PIC-3
	Note de synthèse globale du PIC	PIC-4
<b>Maintien de qualification</b>		
	Notes de Stratégie de Qualification Progressive (matériels électriques)	MQ-1
	Synthèse des analyses de stratégies de Maintien de Qualification pour les matériels mécaniques	MQ-2
	Notes de Synthèse de Qualification	MQ-3
	Dossier de qualification des éléments importants pour la protection	MQ-4
<b>Dossiers de Référence Réglementaires</b>		
	Note de collection DRR du palier 900	DRR-1

Thème	Libellé du livrable	Code
Risques		
Réévaluation de la sûreté		
Grands Chauds		
	Référentiel Grands Chauds réactualisé	GCH-1
	Dimensionnement des dispositions canicule TTS CPY	GCH-2
	Dimensionnement des dispositions canicule TTS CPO	GCH-3
	Etudes thermiques pour le domaine Redimensionnement du référentiel Grands Chauds (selon veille climatique 2024)	GCH-4
	Note bilan relative à la démonstration de sûreté vis-à-vis des températures de l'eau en Grands Chauds (selon veille climatique 2024)	GCH-5
Inondations externes		
	Révision du DDS5 de Tricastin (avec étude d'impact des évolutions de données topographiques:bathymétriques sur l'étude CGB et des évolutions de caractéristiques de site sur l'étude DDOCE)	INE-1
	Révision du DDS5 de Bugey (avec étude d'impact des évolutions de données topographiques/bathymétriques sur l'étude CGB et des évolutions de caractéristiques de site sur l'étude DDOCE)	INE-2
	Révision du DDS5 de Blayais (avec étude d'impact des évolutions de caractéristiques de site sur l'étude DDOCE)	INE-3
	Révision du DDS5 de Gravelines (avec étude d'impact des évolutions de caractéristiques de site sur l'étude DDOCE)	INE-4
	Révision du DDS5 de Dampierre (avec étude d'impact des évolutions de données topographiques/bathymétriques sur l'étude CGB et des évolutions de caractéristiques de site sur l'étude DDOCE)	INE-5
	Révision du DDS5 de Saint-Laurent B (avec étude d'impact des évolutions de données topographiques/bathymétriques sur l'étude CGB et des évolutions de caractéristiques de site sur l'étude DDOCE)	INE-6
	Révision du DDS5 de Chinon B (avec étude d'impact des évolutions de données topographiques/bathymétriques sur l'étude CGB et des évolutions de caractéristiques de site sur l'étude DDOCE)	INE-7
	Révision du DDS5 de Cruas (avec étude d'impact des évolutions de données topographiques/bathymétriques sur l'étude CGB et des évolutions de caractéristiques de site sur l'étude DDOCE)	INE-8

Thème	Libellé du livrable	Code
<b>Risques</b>		
	<b>Réévaluation de la sûreté</b>	
	<b>Plus Basses Eaux de Sécurité</b>	
	Note de "justification niveau PBES" ou justification de la conservation des études du réexamen précédent pour les sites concernés	PBES-1
	Mise à jour des notes de déclinaison PBES (éventuel)	PBES-2
	<b>Ensablement / Envasement</b>	
	Mise à jour des notes de déclinaison Ensablement / Envasement (éventuel)	AEE-1
	<b>Séisme du Teil</b>	
	Analyses exploratoires et démarche de sûreté Aléa rupture de surface	TEIL-1
	Investigation de failles autour de Cruas et Tricastin (aléa rupture de surface et paléoséismes)	TEIL-2
	Peer review	TEIL-3
	<b>Agression hydrocarbures</b>	
	Etude de l'évolution de l'environnement industriel des sites non-sensibles aux Hydrocarbures en VD4 900 (BUG, CHI, DAM, SLB)	AHY-1
	<b>Approche probabiliste</b>	
	Note de synthèse EPS canicule BUG	EPS-1
	Note de synthèse EPS canicule pour un site CPY à définir	EPS-2
	Note de synthèse EPS crue fluviale (éventuel)	EPS-3
	Note de synthèse EPS surcote (éventuel)	EPS-4
	<b>Risques conventionnels</b>	
	Etude de dangers conventionnels pour le site TTS de Tricastin	CONV-1
	Etude de dangers conventionnels pour le site de Bugey	CONV-2
<b>Remise en service de l'installation</b>		
	Liste préliminaire des essais complémentaires fonctionnels d'ensemble RP5 900	ECF-1
	Liste définitive des essais complémentaires fonctionnels d'ensemble RP5 900	ECF-2
	Bilan des essais complémentaires fonctionnels d'ensemble suite à leur réalisation	ECF-3
<b>Démantèlement</b>		
	Plan de démantèlement	DEM-1

**ANNEXE 2**

**ACTIONS ASSOCIEES  
AU PROGRAMME DE TRAVAIL  
DU VOLET INCONVENIENTS DU REEXAMEN RP5-900**

Thème	Actions d'amélioration
<b>Appréciation de la situation de chaque CNPE au regard des règles qui lui sont applicables</b>	
<b>Installation de référence</b>	<b>REF1</b> : Liste des installations de référence pour le cinquième réexamen périodique du palier 900 Mwe
<b>Vérifier la conformité de l'installation au regard des règles applicables</b>	
<b>Conformité</b>	<b>REACH1</b> : Programme de substitution du FYRQUEL
	<b>VERIFI1</b> : Vérification des équipements de traitement des effluents et de conditionnement des déchets.
<b>Intégrer les meilleures techniques d'exploitation et les enseignements des événements significatifs dans le retour d'expérience relatif à la maîtrise des inconvénients</b>	
<b>Rejets d'effluents</b>	<b>RE3</b> : Avancement des actions de fiabilisation des systèmes TEP-TEU
<b>Actualisation de l'appréciation des inconvénients que les CNPE présentent pour les intérêts protégés</b>	
<b>Anticiper les effets du changement climatique sur la ressource en Eau et la Biodiversité</b>	
<b>Changement climatique</b>	<b>CC1</b> : Evolutions hydroclimatiques en climat futur et moyen terme
	<b>CC2</b> : Note sur le modèle hydrologique MORDOR
<b>Biodiversité</b>	<b>DIV1</b> : Actualisation de la donnée d'entrée biodiversité
	<b>DIV2</b> : Synthèse des études et actions menées pour préserver la continuité écologique.
	<b>DIV3</b> : Feuille de route biodiversité :
	<b>DIV3-1</b> : Synthèse des actions menées en faveur de l'abandon des produits phytosanitaires
	<b>DIV3-2</b> : Synthèse des actions concrètes menées avec les acteurs locaux
	<b>DIV3-3</b> : Synthèse des actions de sensibilisation
<b>DIV4</b> : Bilan de la maîtrise des nuisances lumineuses	

Thème	Actions d'amélioration
<b>Actualisation de l'appréciation des inconvénients que les CNPE présentent pour les intérêts protégés</b>	
<b>Réduire les prélèvements d'eau, intégrer les évolutions de connaissance sur les meilleures techniques disponibles et poursuivre l'amélioration de la maîtrise des rejets dans l'eau :</b>	
<b>Prélèvements et consommation d'eau</b>	<b>PCE1</b> : Inventaire des utilisations et de recherche des leviers d'optimisation
	<b>PCE2</b> : Actions de benchmark avec exploitants de centrales en zones arides et chaudes
	<b>PCE3</b> : Définition de la méthodologie permettant d'établir la cartographie de l'ensemble des flux liquides entrants et sortants d'un CNPE
	<b>PCE4</b> : Programme de rénovation voire remplacement des transformateurs de vapeur
	<b>PCE5</b> : Note d'opportunité concernant les actions de re-use sur certaines stations de déminéralisation
	<b>PCE6</b> : Dossier biocide (BPR) concernant la monochloramine
<b>Réduire les prélèvements d'eau, intégrer les évolutions de connaissance sur les meilleures techniques disponibles et poursuivre l'amélioration de la maîtrise des rejets dans l'eau :</b>	
<b>Dilution des rejets liquides en aval des CNPE</b>	<b>RTD2</b> : Campagnes de mesure et/ou modélisations numériques pour les sites pour lesquels il est nécessaire de compléter ou d'actualiser les données disponibles vis-à-vis de la dilution
	<b>RTD3</b> : Justification de la représentativité de la localisation de la station multi-paramètres aval du CNPE
	<b>RTD3bis</b> : Optimisation du point de prélèvement CNPE Chinon
	<b>RTD5</b> : Etude du cumul des incidences sur le Rhône et sur la Loire des centrales nucléaires situées sur ces fleuves.
	<b>RTD6</b> : Actualisation de la situation des CNPE vis-à-vis des conditions d'étiage au regard des capacités des réservoirs KER
	<b>RTD7</b> : Etude d'opportunité d'une bache KER supplémentaire pour certains CNPE
	<b>RTD8</b> : Révision de la doctrine tritium en régime exceptionnel
<b>RTD9</b> : Recyclage d'effluents TEP distillat vers REA	
<b>Rejets d'effluents</b>	<b>RE1</b> : Mise à disposition du retour d'exploitation des stations mobiles de traitement (SMT)
	<b>RE2</b> : Rénovation du système d'injection d'hydrate d'hydrazine
<b>Traitement Biocides</b>	<b>TB1</b> : Veille technologique sur les traitements biocides
<b>Approfondir la connaissance de l'impact thermique des CNPE sur la ressource en eau ainsi que les possibilités d'amélioration associées :</b>	
<b>Dilution des rejets liquides en aval des CNPE</b>	<b>RTD1</b> : Documentation sur l'avancement des études du programme « Thermie Hydrobiologie » 2023-2027
	<b>RTD3ter</b> : Diagnostic sur les stations multiparamètres CNPE bord de mer et estuaire.
<b>Faisabilité ajout aéroréfrigérants</b>	<b>ARO1</b> : Etude de faisabilité d'ajout d'aéroréfrigérants pour les réacteurs en circuit ouvert.

Thème	Actions d'amélioration
<b>Actualisation de l'appréciation des inconvénients que les CNPE présentent pour les intérêts protégés</b>	
<b>Poursuivre les actions majeures liées à la maîtrise des inconvénients et nuisances</b>	
<b>Analyse du cycle de vie</b>	<b>ACV1</b> : ACV du nucléaire.
	<b>ACV2</b> : Valorisation de l'émission CO2 évitée par le fonctionnement de 10 ans d'un réacteur nucléaire.
<b>Emissions de Gaz à Effet de Serre (GES)</b>	<b>RES1</b> : Plan de résorption des émissions d'hexafluorure de soufre
<b>Surveillance de l'environnement</b>	<b>SE1</b> : Point sur les méthodologies et outils d'évaluation de l'impact radiologique
<b>Protection des sols et des nappes</b>	<b>SOL1</b> : Refonte du référentiel de surveillance des circuits véhiculant des substances dangereuses et radioactives
	<b>SOL2</b> : Programme tuyauteries enterrées
	<b>SOL3</b> : Ouvrages de confinement des déversements incidentels
<b>Déchets radioactifs</b>	<b>DR1</b> : Refonte du Système d'Information Déchets
	<b>DR2</b> : Rénovation des matériels TES
	<b>DR3</b> : Contrôle du tri des déchets (DéTECTEURS à rayons X)

**ANNEXE 3**  
**METHODE DE REALISATION**  
**DE L'ETAT DES SOLS**

La méthode de réalisation d'un état des sols de l'installation (cf. §4.2.4.4.2) comporte principalement les éléments suivants :

- Description de l'environnement naturel (géologie, hydrogéologie, hydrologie) et industriel (bâtiments, infrastructures, réseau) du site et évaluation des enjeux liés aux usages et à la vulnérabilité des sols et des eaux souterraines.

#### Sols :

Il s'agit de décrire les situations et facteurs qui influencent le risque de transfert des substances chimiques et radioactives dans les sols :

- la nature et les caractéristiques de la couverture superficielle des sols (couvert végétal, revêtement en béton, en enrobé, ...) ;
- la nature et les caractéristiques des remblais et du sol (descriptif et propriétés des différents horizons) ;
- les caractéristiques des principales structures de génie civil enterrées au droit de l'installation qui peuvent constituer des voies d'écoulement souterrain préférentiel ou des obstacles influençant la dispersion des substances chimiques et radioactives.

Ces informations sont obtenues à partir de différentes sources d'information comme les photographies aériennes mais aussi à partir de l'exploitation des données disponibles au droit du site.

L'ensemble de ces éléments conditionne la capacité de rétention et les temps de transfert des substances chimiques ou radioactives depuis la surface vers les horizons plus profonds du sol et vers les eaux souterraines.

Une analyse des enjeux est réalisée intégrant la sensibilité des usages des sols environnants et leur vulnérabilité.

#### Eaux souterraines :

Il s'agit de rappeler les caractéristiques des eaux souterraines, notamment le contexte hydrogéologique (configuration des aquifères, sens d'écoulement, paramètres hydrodynamiques, ...).

Une analyse des enjeux est réalisée intégrant la sensibilité des usages des eaux souterraines et leur vulnérabilité.

#### Utilisation industrielle et agricole des terrains environnants :

En fonction de la zone d'implantation de l'installation, un inventaire des principaux usages des terrains environnants est réalisé, afin de déterminer les secteurs/activités présents autour du site et leur impact éventuel sur la qualité des sols et des eaux souterraines au droit de l'installation.

- Analyse de l'état chimique et radiologique des eaux souterraines

Les sites nucléaires d'EDF font l'objet d'une surveillance qualitative et quantitative des eaux souterraines. Cette surveillance a évolué au cours de l'exploitation des sites pour s'adapter aux exigences réglementaires, aux aménagements, et aux objectifs environnementaux de l'exploitant.

Le programme de surveillance des eaux souterraines a pour objectif de détecter un éventuel marquage des eaux souterraines en lien avec l'exploitation des installations. Un réseau de piézomètres, installés au droit des équipements à risque des installations ainsi qu'en amont et aval hydrogéologique, est utilisé pour la surveillance de la qualité des eaux souterraines.

La fréquence des prélèvements est déterminée en tenant compte des vitesses d'écoulements des eaux souterraines et des distances séparant les piézomètres des installations.

Une synthèse des substances chimiques et des radionucléides présents sur les installations a été

réalisée et a permis de déterminer les traceurs pertinents associés. Les analyses réalisées sur les prélèvements d'eau souterraine consistent à rechercher et quantifier ces traceurs.

Cette surveillance peut être adaptée et renforcée temporairement en cas de détection d'un marquage des eaux souterraines.

Une analyse de l'état chimique et radiologique des eaux souterraines est réalisée sur la base de l'ensemble des résultats disponibles.

- Analyse des éléments historiques pour l'évaluation du risque de présence de substances chimiques et/ou radioactives dans les sols au droit du site. Cette analyse est basée sur une évaluation comprenant :
  - un inventaire des zones de l'installation (quel que soit leur niveau d'accessibilité), pouvant être associées à la présence dans les sols de substances chimiques ou radioactives. L'objectif de cette étape est d'identifier et de décrire les zones de l'installation qui, de par leur fonction actuelle ou passée (contenant ou servant à faire circuler des substances chimiques et/ou radioactives), leur localisation (équipements en contact direct avec les sols ou les eaux souterraines), leur état (par exemple qualité du béton ou des revêtements des fosses de collecte) et leur historique (incident de débordement, fuite, ...) sont susceptibles d'engendrer ou d'avoir engendré la présence de substances chimiques et/ou radioactives dans les milieux sols et eaux souterraines. Cet inventaire est réalisé en cohérence avec l'inventaire des équipements et installations demandé par l'article 1.2.5 de la décision environnement. Pour chaque zone, appelée zone d'intérêt, l'ensemble des substances chimiques et/ou radioactives susceptibles d'être présentes est inventorié.
  - une synthèse des données déjà disponibles relatives à la qualité des sols, comme les rapports de diagnostics de sols antérieurs et les résultats d'analyses de la surveillance des eaux souterraines.
- 1. Cette phase d'analyse historique permet d'identifier les zones où la présence de substances chimiques et/ou radioactives dans les sols est avérée ou fortement suspectée.
- 2. Lors de cette phase, les sources d'information sont multiples comme l'analyse de documents techniques, de photos et de plans, le recueil de témoignages d'exploitants (anciens ou actuels) et la visite des installations.
- Acquisition de données complémentaires sur les sols, au travers de campagnes de mesures de terrain selon les critères suivants :
  - si l'analyse historique ne fournit pas suffisamment de données de qualité des sols au droit des zones où la présence de substances chimiques et/ou radioactives dans les sols est avérée ou fortement suspectée ;
  - si la réalisation de ces mesures (mesures in-situ, sondages et analyses de sols) est compatible avec l'usage de la zone et la protection des intérêts ;
  - si les zones d'intérêts suivantes, considérées, suite au retour d'expérience, comme des zones d'intérêt à l'échelle du parc nucléaire en exploitation d'EDF, n'ont pas déjà fait l'objet de reconnaissances de sols :
    - les transformateurs principaux et de soutirage ;
    - les réservoirs d'entreposage et de contrôle avant rejets des effluents radioactifs ou susceptibles d'être radioactifs ;
    - les réservoirs du système de traitement et de refroidissement des piscines ;
    - les déshuileurs principaux de site.
- Si des reconnaissances complémentaires sont nécessaires : définition du plan d'investigation prévisionnel à mener au droit de l'installation

### Localisation des investigations

La localisation des investigations de sols est basée sur les conclusions de la phase d'étude documentaire et de la synthèse des investigations antérieures. La volumétrie des investigations est proportionnée à l'activité et aux enjeux de l'installation, et est définie sur la base d'un optimum technico-économique.

La stratégie d'investigation et d'échantillonnage est basée sur une approche spécifique tenant compte des contraintes d'intervention et visant à caractériser les zones où la présence de substances chimiques et/ou radioactives dans les sols est fortement suspectée. Ces investigations visent également, si cela est nécessaire, à acquérir des données complémentaires au droit des zones de présence avérée de substances chimiques ou radioactives dans les sols.

### Zones inaccessibles

L'implantation des sondages est proportionnée aux enjeux et est réalisée de façon à ne pas avoir d'impact sur la sûreté ainsi que sur la maîtrise des risques radiologiques, des risques conventionnels et des inconvénients.

En conséquence, aucune investigation n'est réalisée au droit ou à proximité immédiate de bâtiments, de canalisations enterrées, de rétentions et fosses de collecte identifiées comme ultimes (comme par exemple les rétentions des réservoirs d'entreposage d'effluents).

### Modes d'investigations : mesures in-situ et sondages de sols

Les campagnes de mesures sont réalisées par des bureaux d'études certifiés « Sites et Sols Pollués » par le Laboratoire National de métrologie et d'Essais (domaine A), selon la norme NFX-31-620, partie 2 de décembre 2018, applicable aux « Prestations de service relatives aux sites et sols pollués ».

Les campagnes de mesures au droit de l'installation consistent principalement en la réalisation de sondages, afin d'effectuer des prélèvements de sols à différentes profondeurs, pour analyses chimiques ou radioactives en laboratoires.

### Analyse des échantillons de sols

Pour chaque zone faisant l'objet d'investigations, des traceurs correspondants aux substances chimiques et/ou radioactives inventoriées lors de la phase d'analyse historique sont identifiés et systématiquement recherchés. Ces traceurs sont représentatifs de l'ensemble des substances d'intérêt, facilement identifiables et mesurables. En cas de détection de ces traceurs, des analyses complémentaires peuvent être réalisées.

Concernant les substances chimiques, les analyses usuelles des composés organiques et/ou inorganiques sont réalisées (par exemple : recherche des hydrocarbures totaux, des métaux lourds, ...). Une attention particulière est portée aux éventuels produits de dégradation des composés recherchés.

Concernant les substances radioactives (radionucléides), des analyses globales de type mesure de débit de dose, spectrométrie gamma et/ou radionucléides spécifiques peuvent être réalisées.

Les normes analytiques CEN ou ISO, lorsqu'elles existent ou, à défaut, les normes nationales (exemple : liste de l'annexe 1 de la norme NF X 31-620-1), sont privilégiées.

A titre d'exemple, les traceurs retenus pour les substances utilisées actuellement ou historiquement au droit des transformateurs des sites (huiles diélectriques et pyralène) sont les hydrocarbures totaux C10-C40 et les PCB.

- Acquisition de données sols pour définir l'environnement local témoin du site (en cas d'absence d'informations sur l'état des sols avant création des installations du site).

Ces données peuvent être issues :

- de données de qualité des sols environnants (hors zones potentiellement influencées par l'installation) déjà disponibles ;
- de bases de données issues d'études spécifiques ou de programmes nationaux (par exemple : référentiel ASPITET ou RMQS pour les sols).

Ces bases peuvent fournir des gammes de valeurs de concentration ou d'activité en éléments d'origines naturelle ou anthropique couramment rencontrées dans les sols. Seules les données pouvant se rapporter au contexte de l'installation étudiée sont collectées et peuvent être utilisées afin de caractériser les sols environnants.

Si nécessaire, des campagnes de mesures de terrain sur les sols environnants sont menées, afin de compléter les données disponibles. Elles peuvent être réalisées à l'extérieur ou à l'intérieur de l'installation, au droit de zones exemptes de toute influence de l'installation à même de modifier l'état des sols.

Ces campagnes de mesures comprennent la réalisation de prélèvements et d'analyses :

- de remblais d'origine similaire à ceux mis en œuvre au droit des équipements de l'installation ;
  - de sols présentant des caractéristiques géologiques et géochimiques similaires aux sols présents au droit de l'installation.
- Le cas échéant, définition des zones nécessitant des mesures de gestion.

Les données de qualité des sols au droit de l'installation sont comparées aux données de l'état initial ou à défaut, aux données sur l'état des sols de l'environnement local témoin du site. Cette comparaison tient compte des incertitudes liées à la nature des investigations réalisées (incertitudes liées au caractère ponctuel des sondages, incertitudes de prélèvements et d'analyse, ...).

Selon les résultats de la comparaison, une interprétation de l'état des sols est réalisée. Cette interprétation s'appuie notamment sur les outils méthodologiques précités, et permet de définir les zones nécessitant des mesures de gestion.

Dans le cadre d'une approche proportionnée aux enjeux, les principaux critères qui définissent les zones nécessitant des mesures de gestion sont :

- l'impact du marquage sur les intérêts protégés (appréciation des risques sanitaires et environnementaux) ;
  - la concentration, l'activité massique ou volumique des substances détectées dans les sols et les eaux souterraines ;
  - les caractéristiques de ces substances (toxicité, capacité à migrer dans les sols, volatilité, potentiel de dégradation dans les sols) ;
  - l'environnement et l'accessibilité du marquage (proximité de bâtiments, encombrement, type de revêtements de surface et présence de structures enterrées) ;
  - le caractère ponctuel ou étendu du marquage.
- Synthèse des résultats de l'analyse de l'état des sols et des eaux souterraines.

**ANNEXE 4**  
**GLOSSAIRE**

AIEA : Agence Internationale de l'Energie Atomique

AMC : Arrivée Massive de Colmatants

APR : Arrêt Pour Rechargement

APRP : Accident de Perte de Réfrigérant Primaire

ASN : Autorité de Sûreté Nucléaire

BK : Bâtiment combustible

BR : Bâtiment Réacteur

CNPE : Centre Nucléaire de Production d'Electricité

CPP : Circuit Primaire Principal

CSP : Circuit Secondaire Principal

DAC : Dossiers d'Analyse du Comportement

DAPE : Dossiers d'Aptitude à la Poursuite de l'Exploitation

DDS : Dossier Des Situations

DOR : Dossier d'Orientations du Réexamen

DPS : Dossier de Protection contre les Surpressions

DRB : Dossiers de Rupture Brutale

DRR : Dossier Réglementaire de Référence

EAS : Système d'aspersion de l'enceinte

ECOT : Examen de CONformité de Tranche

EDA : Equipements de Disposition Agression

EDE : Ventilation de l'espace entre enceintes

EDP : Enceinte à Double Paroi

EIP : Eléments Importants pour la Protection des intérêts

EIPS : EIP Sûreté

EIPR : EIP Risques conventionnels

EIPI : EIP Inconvénients

END : Examen Non Destructif

EP : Essai Périodique

EPP : système assurant le confinement statique de l'enceinte pour assurer le confinement (isolement des traversées).

EPR FLA3 : European Pressurized Reactor de Flamanville 3

EPS : Etudes Probabiliste de Sûreté

ESPN : Equipement Sous Pression Nucléaire

ESS : Evénement Significatif Sûreté

EUR : European Utility Requirements

FARN : Force d'Action Rapide Nucléaire

FAV : Fiches d'Analyse du Vieillissement

FMGC : Fiches de Maintenance Génie-Civil  
GAEC : Guide d'Action des Equipes de Crise  
GES : Groupe Electrogène de Secours  
GIAG : Guide d'Intervention en Accident Grave  
GMPP : Groupe Moto-Pompe Primaire  
GP : Groupe Permanent  
IEM : Interférences ElectroMagnétiques  
INB : Installation Nucléaire de Base  
IPS-NC : Important Pour la Sûreté – Non Classé  
IRSN : Institut de Radioprotection et Sûreté Nucléaire  
KRS : Système de surveillance de l'environnement  
MDTE : Manque De Tension Externe  
MQCA : Matériels Qualifiés aux Conditions Accidentelles  
ND : Noyau Dur  
NRO : Note de Réponse aux Objectifs  
PASTA : Méthodologie d'évaluation des conséquences radiologiques des rejets atmosphériques accidentels approche statistique  
PBES : Plus Basses Eaux de Sécurité  
PBMP : Programmes de Base de Maintenance Préventive  
PCC : Plant Condition Category  
PGGV : Projectiles Générés par le Grand Vent  
PIC : Programme d'investigations complémentaires  
PLMV : Programme Local de Maîtrise du Vieillessement  
PNM : Programme National de Maintenance  
PSI : Programme de Surveillance des Effets de l'Irradiation  
PT : Prescription Technique  
PTR : Système de traitement et refroidissement de l'eau des piscines BR et BK  
RCC-E : Règles de Conception et de Construction – domaine électrique  
RCR : Rapport de Conclusions du Réexamen  
RDS : Rapport Définitif de Sûreté  
REX : Retour d'EXpérience  
RFS : Règle Fondamentale de Sûreté  
RGE : Règles Générales d'Exploitation  
RIS : Système d'Injection de Sécurité  
RP : Réacteur critique ou proche de la criticité  
RP3-N4 : 3<sup>ème</sup> Réexamen périodique du palier N4  
RP4-1300 : 4<sup>ème</sup> Réexamen Périodique du palier 1300

RP4-900 : 4<sup>ème</sup> Réexamen Périodique du palier 900

RP5-900 : 5<sup>ème</sup> Réexamen Périodique du palier 900

RTGV : Rupture Tuyauterie Générateur de Vapeur

SMS : Séisme Majoré de Sécurité

SND : Séisme Noyau Dur

SOH : Démarche Socio Organisationnelle et Humaine

SSC : Systèmes, Structures ou Composants

TAM : Tampon Accès Matériel

TTS : Tranche Tête de Série

VD : Visite Décennale

WENRA : Western European Nuclear Regulators Association