EDF Direction du Parc Nucléaire et Thermique
Direction des Projets Déconstruction et Déchets

Domaine Application : INB N° 75 : FESSENHEIM

PLAN DE DEMANTELEMENT

SYNTHÈSE

La centrale de Fessenheim, qui constitue l'installation nucléaire de base (**INB**) n°75, est située dans département du Haut-Rhin, à 26 km au Nord-Est de Mulhouse.

Elle va être mise à l'arrêt définitif en 2020 puis à terme **démantelée**.

La première étape du processus est une **déclaration d'arrêt définitif** de l'INB n°75, qui a été transmise par EDF au Ministre en charge de la sûreté nucléaire et à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en septembre 2019. Le présent plan de démantèlement est mis à jour pour répondre aux demandes de l'ASN communiquées en [12].

Une version révisée du plan de démantèlement figurera dans le dossier de démantèlement qui sera soumis à enquête publique avant le début des opérations.

En France, les installations industrielles mettant en œuvre des radionucléides dénommées **« Installations Nucléaires de Base » (INB)** relèvent d'un régime spécifique d'autorisations.

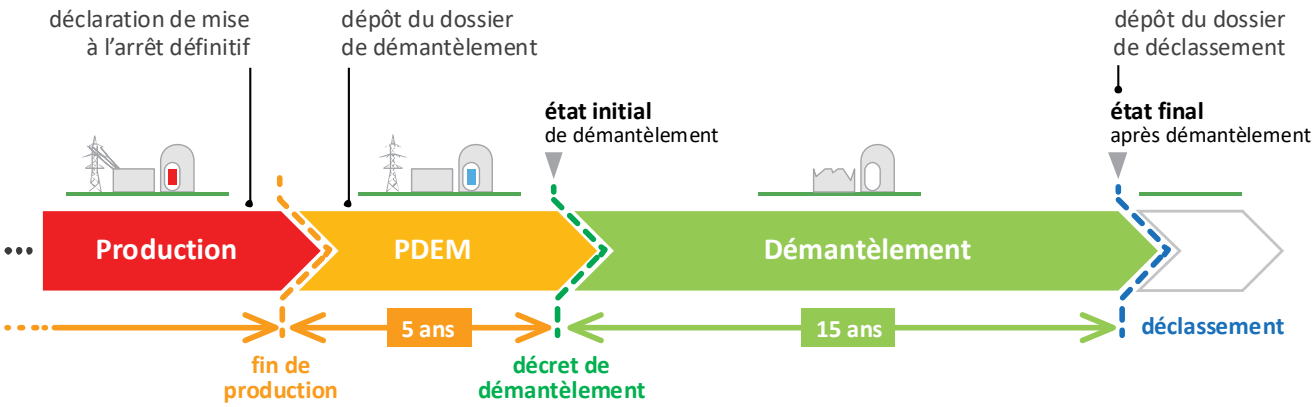
Le **démantèlement** consiste à démonter l'ensemble des équipements, à assainir les structures des bâtiments avant de les démolir, à assainir les sols et à assurer la gestion des déchets produits.

GENERALITES SUR LE DEMANTELEMENT

La vie d'une INB comporte deux grandes phases, qui correspondent à des décrets d'autorisation différents et des référentiels de sûreté différents :

- la **phase d'exploitation**, autorisée par un décret d'autorisation de création (DAC). Cette phase couvre les étapes de construction, la mise en service et le fonctionnement industriel de l'installation. Elle se termine par la réalisation d'opérations techniques de préparation au démantèlement (PDEM) et l'instruction de dossiers réglementaires déposés en vue de l'obtention du décret de démantèlement ;
- la **phase de démantèlement**, autorisée par un décret de démantèlement, qui concerne l'ensemble des opérations techniques et des procédures administratives effectuées en vue d'atteindre l'état final défini. Cette phase se termine par une décision de déclassement prise par l'ASN, faisant l'objet d'une homologation par le ministre chargé de la sûreté nucléaire. L'installation est alors retirée de la liste des INB.

L'enclenchement entre les deux phases est schématisé ci-dessous. Pour la centrale de Fessenheim, les durées prévisionnelles sont de 5 ans pour la préparation au démantèlement (durée estimée pour l'obtention et la mise en application du décret de démantèlement à compter du dépôt du dossier) et 15 ans pour le démantèlement. Les opérations correspondantes sont présentées dans les pages qui suivent.



PRESENTATION DE LA CENTRALE DE FESSENHEIM

L'INB n°75 est constituée de **deux tranches nucléaires** identiques, de type réacteur à eau pressurisée (REP), d'une puissance unitaire de l'ordre de 900MW électrique, mises en service industriel les 30 décembre 1977 et 18 mars 1978.

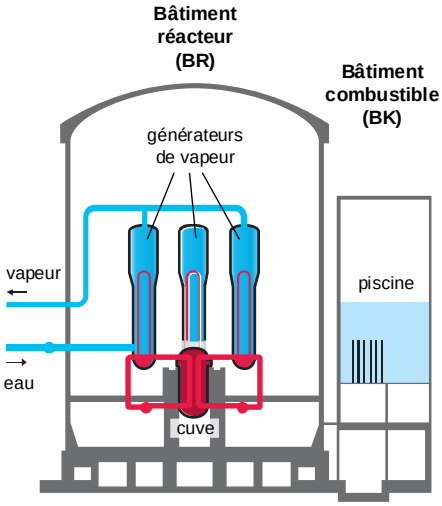
Une **tranche nucléaire** est une unité de production électrique comportant un réacteur, un groupe turbo-alternateur et les installations associées.

Les deux tranches sont refroidies en circuit ouvert par l'eau du Grand Canal d'Alsace. L'énergie produite est évacuée vers le réseau général par un poste électrique haute tension situé à l'ouest du site. Le site, qui s'étend sur une superficie d'environ 73 hectares, comporte quelques bâtiments à caractère nucléaire et divers bâtiments non nucléaires, dits « conventionnels ».

La tranche 1 a définitivement été arrêtée le 22 février 2020 et la tranche 2 le sera le 30 juin 2020.

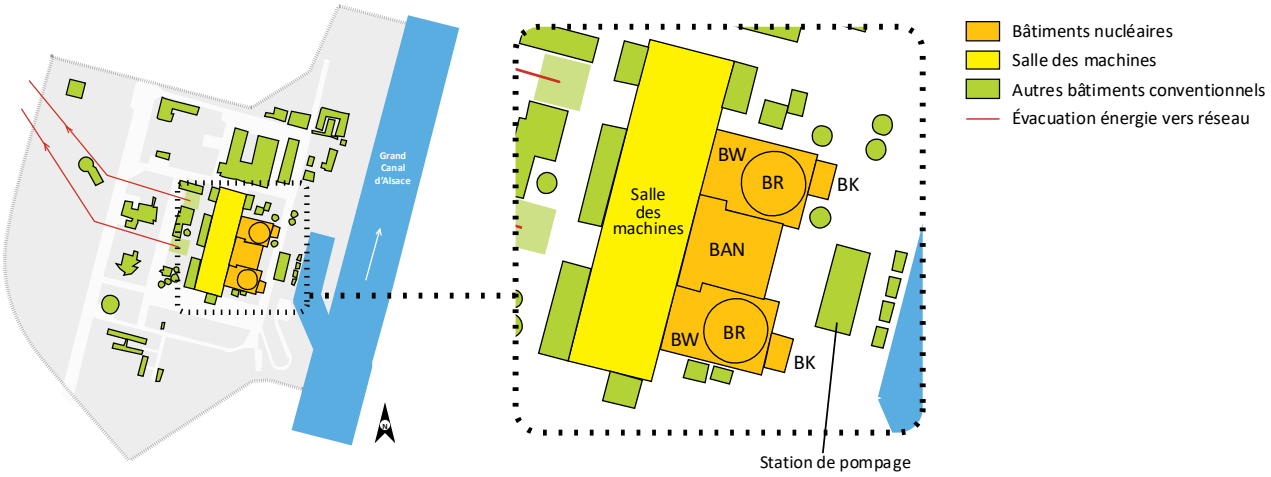
Les bâtiments nucléaires

- Pour chaque tranche :
  - le bâtiment réacteur (**BR**), où la chaleur produite par la réaction nucléaire transforme l'eau en vapeur. Les principaux équipements sont une cuve accueillant les combustibles nucléaires, trois générateurs de vapeur et des circuits de circulation de fluides ;
  - le bâtiment combustible (**BK**) où les combustibles usés sont entreposés en piscine avant évacuation du site ;
  - des bâtiments annexes : bâtiment périphérique (**BW**) assurant la liaison du BR avec les autres bâtiments, bâtiments abritant des matériels de sauvegarde.
- En commun aux deux tranches : un bâtiment des auxiliaires nucléaires (**BAN**) avec des équipements électromécaniques, ainsi qu'un bâtiment électrique avec deux salles de commande.



Les bâtiments conventionnels

- La **salle des machines**, où la vapeur produite dans le BR est transformée en électricité. Les principaux équipements sont un groupe turbo-alternateur, un condenseur et des échangeurs.
- Divers bâtiments industriels et tertiaires : station de pompage, bâtiments d'entreposage des générateurs de vapeur usés, alimentation en eau de secours, plates-formes d'évacuation de l'énergie électrique, bâtiment d'entretien de site, magasin général, etc.



LES OPERATIONS DE PREPARATION AU DEMANTELEMENT

Avant le démantèlement proprement dit, des opérations de mise à l'arrêt des procédés et de mise en ordre de l'installation seront menées. Ces opérations de préparation au démantèlement visent à :

- réduire les risques et inconvénients présents sur l'installation : évacuation des combustibles usés et neufs, des déchets et des effluents, vidange des circuits, décontamination de certains circuits. À ce stade, **99,9 % de la radioactivité est évacuée** ;
- préparer l'installation pour les opérations de démantèlement : organisation des accès et zones de circulation, adaptation des fonctions supports notamment ventilation, distribution électrique et manutention, évacuation de certains matériels pour libérer de la place ;
- affiner la connaissance de l'état de l'installation : inventaire des matières dangereuses, repérage amiante, prélèvements pour analyses radiologiques.

Les opérations de PDEM sont menées dans le cadre du référentiel d'exploitation. Elles couvrent une période allant de l'arrêt définitif des tranches à 2025, date estimée par EDF pour l'obtention et la mise en application du décret de DEM. À l'issue de ces opérations, l'installation est dans son **état initial de démantèlement**.

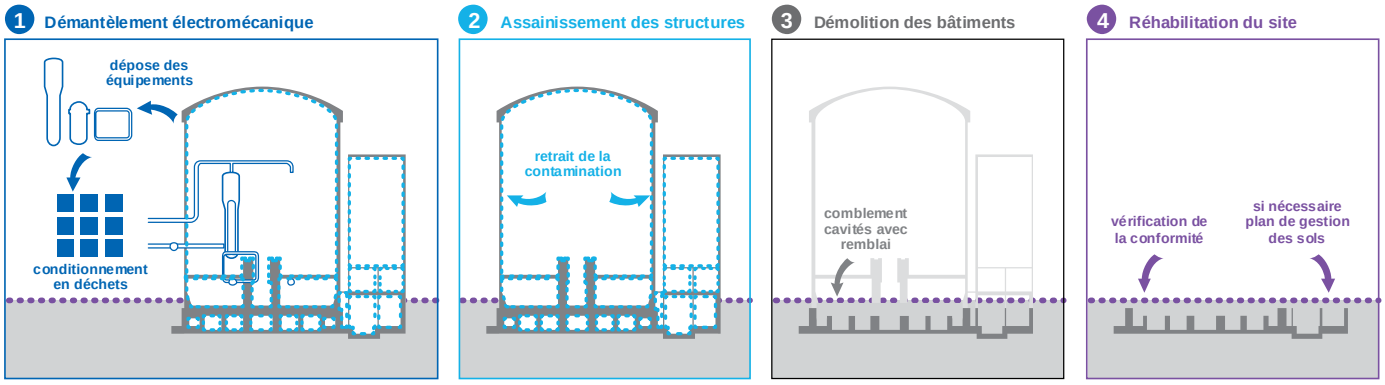
DEROULEMENT DU DEMANTELEMENT A FESSENHEIM

L'état final visé à l'issue du démantèlement est un site non nucléaire, dans lequel tous les bâtiments sont démolis jusqu'à une profondeur de un mètre au-dessous du niveau du sol.

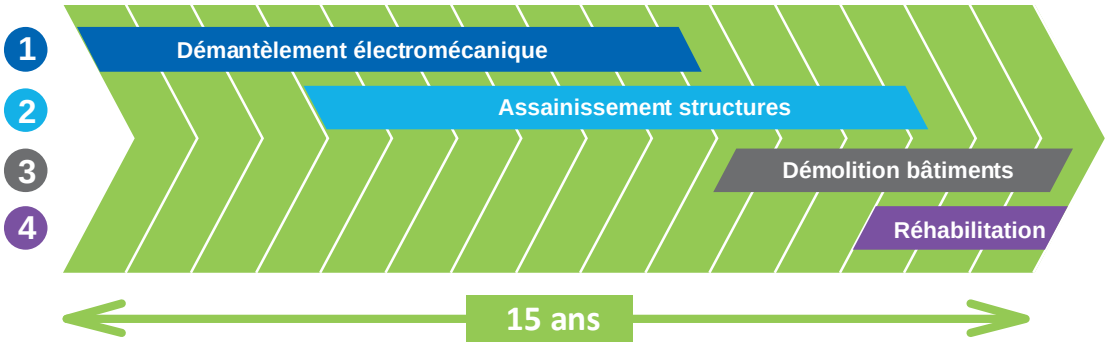
Le démantèlement est prévu en quatre étapes :

- **Étape 1 : le démantèlement électromécanique**, qui consiste à déposer et découper tous les équipements présents et à les conditionner en déchets, qui seront valorisés lorsque cela est possible. Ne sont laissés en place que les matériels nécessaires au déroulement des travaux d'assainissement en étape 2.
- **Étape 2 : l'assainissement des structures** des bâtiments nucléaires, qui consiste à éliminer la contamination déposée à l'intérieur des bâtiments.
- **Étape 3 : la démolition des bâtiments**. Pour les bâtiments conventionnels, la démolition peut avoir lieu dès qu'ils n'ont plus d'utilité pour le démantèlement. Pour les bâtiments nucléaires, elle ne peut commencer qu'une fois les structures assainies. Les cavités sous le niveau du sol sont comblées avec un remblai, constitué des gravats issus de la démolition.

- **Étape 4 : la réhabilitation du site**, qui consiste à s'assurer de la compatibilité entre l'état des sols et l'usage futur. Les éventuelles zones présentant un marquage chimique ou radiologique font l'objet d'un plan de gestion des sols.



Au niveau de l'ensemble du site, les étapes se chevauchent car certains bâtiments peuvent être dans une phase alors que d'autres sont dans une autre phase. Le planning général est présenté ci-dessous. La durée totale prévue pour le démantèlement est de l'ordre de 15 ans, de l'entrée en vigueur du décret de démantèlement à la fin des travaux.



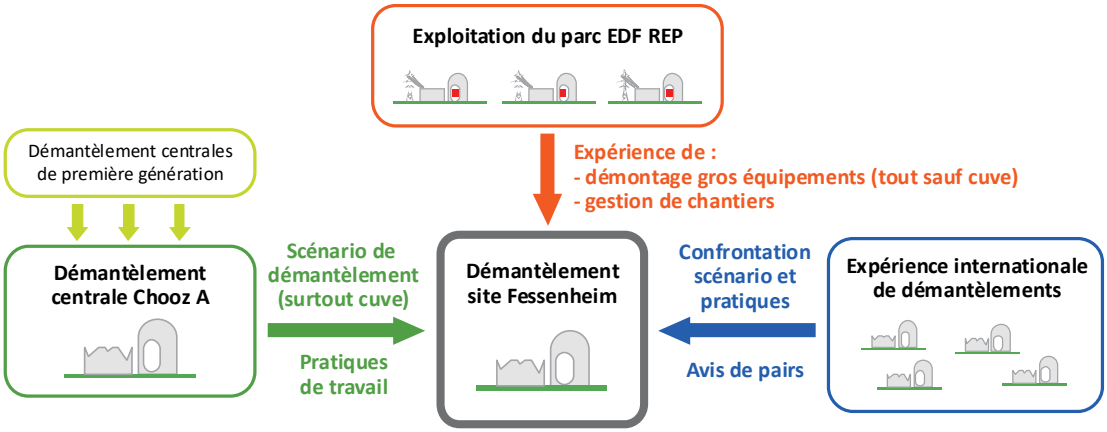
À l'issue du démantèlement, l'INB n°75 fera l'objet d'un déclassement et sera alors retirée de la liste des INB. Le site sera conservé pour un usage industriel.

ASPECTS TECHNIQUES DU DEMANTELEMENT

Retour d'expérience

La durée du démantèlement a été estimée en prenant en compte le retour d'expérience du démantèlement de la centrale de Chooz A, utilisant la même technologie que celle de Fessenheim. Pour ces centrales à eau pressurisée, des dispositions ont été prises dès la conception pour faciliter la future déconstruction, avec par exemple la possibilité de déposer tous les composants d'une tranche (à l'exception de la cuve).

Les scénarios prévus pour les différentes étapes ont été définis en utilisant un retour d'expérience issu à la fois de Chooz A et des chantiers menés sur le parc de centrales en exploitation lors du démontage de gros équipements pour remplacement (générateurs de vapeur, tronçons de tuyauterie, pompes, etc.). Les scénarios ont fait l'objet de revues avec des spécialistes internationaux ayant déjà conduit des démantèlements de centrales de type REP.



Techniques mises en œuvre

Les opérations de démontage et découpe réalisées pour le démantèlement électromécanique seront menées avec un ensemble de techniques mécaniques ou thermiques, en air ou sous eau, au contact ou à distance ou par télé-opération en fonction notamment du niveau de radioactivité des composants.

Des ateliers dédiés seront mis en place pour le conditionnement de certains déchets (équipements de grande taille et déchets de moyenne activité) et des équipements dédiés seront utilisés pour la manutention des déchets. Une « Installation de Découplage et de Transit (IDT) » sera aménagée sur le site pour permettre le transit et la gestion des colis de déchets radioactifs avant expédition hors du site.

Maîtrise des risques et des impacts

La maîtrise de la sécurité au travail et de la dosimétrie des intervenants est une priorité pour EDF. Les choix techniques et les scénarios sont retenus pour garantir la protection des intervenants, tant sur le plan de la radioprotection que de la sécurité au travail.

Ces opérations sont strictement contrôlées par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), qui réalise régulièrement des inspections au même titre que dans les centrales en exploitation, ainsi que par les pouvoirs publics qui délivrent les autorisations réglementaires nécessaires aux chantiers de déconstruction.

Enfin, EDF réalise le programme d'activités du démantèlement dans le strict respect des prescriptions de l'ASN relatives aux prélèvements et rejets notamment.

Déchets

Le démantèlement de la centrale de Fessenheim génèrera environ 380 000 tonnes de déchets, dont 94 % de déchets conventionnels.

Les déchets conventionnels (béton et métaux) seront gérés en privilégiant leur valorisation. Les déchets radioactifs seront triés, traités et conditionnés avant d'être transportés vers des centres d'entreposage ou de stockage adaptés à leur nature.

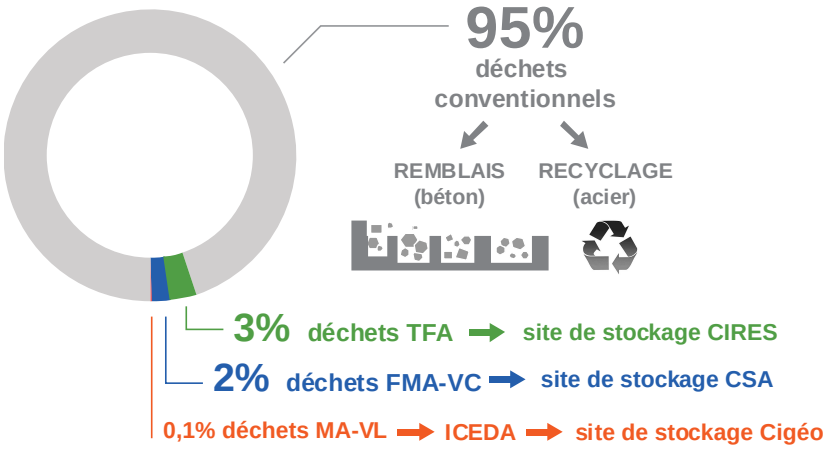
Le traitement par fusion des déchets métalliques pourra notamment permettre un gain significatif sur le volume stocké.

Le schéma ci-dessous synthétise les proportions des masses de déchets issus du démantèlement et précise la destination finale des déchets.

Note : le démantèlement ne génère pas de déchets de haute activité (HA).

En France, la classification des déchets radioactifs s'appuie sur deux critères :

- le **niveau de radioactivité** :
  - haute activité (HA) ;
  - moyenne activité (MA) ;
  - faible activité (FA) ;
  - très faible activité (TFA) ;
- la **période radioactive**, qui correspond au temps au bout duquel la radioactivité est divisée par deux :
  - vie très courte (VTC) ;
  - vie courte (VC) ;
  - vie longue (VL).



PILOTAGE DU PROJET ET DEVELOPPEMENT NUMERIQUE

Le projet de démantèlement de l'INB n°75 est porté par la Direction des Projets Déconstruction Déchets (DP2D) d'EDF. La DP2D a été créée en 2015 pour renforcer le pilotage par projet d'une part et la synergie entre les activités de déconstruction et de gestion des déchets, d'autre part. La DP2D est organisée en Lignes de projets qui regroupent des projets technologiquement comparables. Les projets de démantèlement de Chooz A et de l'INB n°75 sont ainsi hébergés dans la Ligne de Projet REP de la DP2D, ce qui permet de bénéficier pour l'INB n°75 du Retour d'Expérience du démantèlement de Chooz A.

Les opérations de démantèlement de l'INB n°75 sont pilotées en mode projet. L'équipe de pilotage est appuyée par les fonctions de contrôle de projet nécessaires à la maîtrise du planning, des coûts, des risques et de la qualité des activités. Une équipe du projet est localisée sur site pour piloter l'ensemble des opérations. Elle portera la responsabilité d'exploitant nucléaire en démantèlement.

L'utilisation de nouvelles technologies numériques est retenue sur la durée du projet. L'acquisition numérique des principales zones de l'installation a commencé par relevés scanner laser et photogrammétrique 360°. Ces données seront utilisées dans une maquette 3D et dans des outils de réalité virtuelle et augmentée utilisés dans la préparation des chantiers délicats. Enfin les données techniques seront intégrées dans un outil de gestion des données techniques « DIM » (Dismantling

Information Model). Cet outil permettra d'avoir à disposition et de manière pérenne les informations techniques pour consultation, échanges et recherche d'optimisation du scénario de démantèlement.

INFORMATION SUR LE DEMANTELEMENT

Tout au long du processus de mise à l'arrêt définitif et démantèlement, les riverains seront tenus informés à la fois par EDF au travers d'un rapport environnemental annuel et de diverses publications, et par la Commission locale d'information et de surveillance (CLIS). Cette commission indépendante composée d'une vingtaine de membres a comme principaux objectifs d'informer les riverains sur l'actualité du site et de favoriser les échanges ainsi que l'expression de points de vue pluralistes. Elle est composée de quatre collèges : élus, représentants d'associations de protection de l'environnement, représentants des organisations syndicales des salariés représentatives de l'exploitant, personnes qualifiées et représentants du monde économique.

SOMMAIRE

1. OBJET 13

2. PRESENTATION ET JUSTIFICATION DE LA STRATEGIE DE DEMANTELEMENT RETENUE 14

2.1. PREAMBULE 14

2.2. PRESENTATION SOMMAIRE DE L'INSTALLATION 15

2.2.1. Localisation 15

2.2.2. Description succincte de l'INB 16

2.2.3. Procédés mis en jeu lors du fonctionnement 18

2.3. STRATEGIE RETENUE POUR LE DEMANTELEMENT 20

3. GENERALITES SUR LE DEMANTELEMENT 23

3.1. PRINCIPES DIRECTEURS DU DEMANTELEMENT 23

3.2. DISPOSITIONS PRISES A LA CONCEPTION ET ENSEIGNEMENTS RESULTANT DE L'EXPLOITATION 26

3.2.1. Principes 26

3.2.2. Mise en œuvre pour une tranche REP 27

3.2.2.1. Choix des matériaux 27

3.2.2.1.1. Réduction de la contamination 27

3.2.2.1.2. Résistance des gaines du combustible nucléaire 27

3.2.2.2. Dispositions concernant la conception 28

3.3. CONSERVATION DE L'HISTORIQUE ET ACCESSIBILITE AUX DONNEES 28

3.3.1. Principes 28

3.3.2. conservation et accessibilité de l'information 29

3.3.3. l'ingenierie documentaire au service du demantèlement 29

3.4. MAINTIEN DES COMPETENCES ET CONNAISSANCE DE L'INSTALLATION 30

3.5. ESTIMATION DES QUANTITES ET MODALITES DE GESTION DES DECHETS 32

3.5.1. Principes 32

3.5.2. Le zonage déchets 32

3.5.3. Processus de gestion des déchets sur site 32

3.5.4. Filières de gestion hors site 33

3.5.4.1. Déchets conventionnels 33

3.5.4.2. Déchets radioactifs 33

3.6. INNOVATION, RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT 36

3.7. CARACTERISATIONS A REALISER 37

3.8. GESTION DU COMBUSTIBLE PRESENT APRES L'ARRET 38

4. DEROULEMENT DU DEMANTELEMENT 39

4.1. OPERATIONS PREPARATOIRES ET ETAT INITIAL DE DEMANTELEMENT 39
4.1.1. Principes d'établissement de la liste des activités de PDEM et de l'etat intial de demantèlement 39
4.1.2. Opérations de Préparation au Démantèlement (OPDEM) 41
4.1.3. Calendrier des activités de PDEM 49
4.1.4. Approche réglementaire des activités de PDEM 50
4.1.5. Etat initial de démantèlement 52
4.2. DEFINITION DES ETAPES DU DEMANTELEMENT 53
4.3. ECHEANCIER ENVISAGE ET DUREE DES OPERATIONS 53
4.4. DESCRIPTION DES TRAVAUX PREVUS 56
4.4.1.1. Travaux préparatoires 56
4.4.1.2. Travaux de démantèlement électromécaniques 56
4.5. IDENTIFICATION DES NOUVEAUX EQUIPEMENTS A CONSTRUIRE ET DES PRINCIPAUX PROCEDES ASSOCIES 63
4.6. IDENTIFICATION DES OBJECTIFS DE SURETE NUCLEAIRE, DE RADIOPROTECTION ET DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT 64
4.6.1. Objectifs liés à la sûreté nucléaire 64
4.6.2. Objectifs liés à la radioprotection des intervenants 65
4.6.3. Objectifs liés à la protection de l'environnement 65
4.7. GESTION DES DECHETS ET DES REJETS, PRISE EN COMPTE DES RISQUES CLASSIQUES 67
4.7.1. Prise en compte des déchets 67
4.7.2. Modalités de gestion des rejets liquides et gazeux 70
4.7.3. Prévention des risques pour les intervenants 70
4.8. PRESENTATION DES PRINCIPAUX EIP ET AIP NECESSAIRES AU DEMANTELEMENT 71
4.9. DESCRIPTION DES METHODOLOGIES D'ASSAINISSEMENT RETENUES (STRUCTURES, SOLS) 71
4.9.1. Assainissement des structures 71
4.9.1.1 première ligne de défense 72
4.9.1.2 Deuxième ligne de défense 73
4.9.1.3 Troisieme ligne de défense 73
4.9.1.4 Déclassement des bâtiments 73
4.9.2. Gestion des sols 73
4.10. ORGANISATION ENVISAGEE POUR GERER LES OPERATIONS DE DEMANTELEMENT 75
4.10.2. Organisation POUR LA PHASE PREDEM 76
4.10.3. Organisation du site en phase DEM 78
4.10.4. Prise en compte du Retour d'EXpérience 78

4.11. JUSTIFICATION DES CHOIX TECHNIQUES DU POINT DE VUE DE LA PROTECTION DES INTERETS 81

5. ETAT FINAL ENVISAGE 82

5.1. PRESENTATION ET JUSTIFICATION DE L'ETAT FINAL ENVISAGE 82

5.2. PREVISIONS D'UTILISATION ULTERIEURE DU SITE 82

5.3. INCERTITUDES ASSOCIEES A LA DESCRIPTION DE L'ETAT FINAL 83

5.4. EVALUATION DE L'IMPACT DE L'INSTALLATION ET DU SITE APRES L'ATTEINTE DE L'ETAT FINAL ENVISAGE ET MODALITES DE SURVEILLANCE ASSOCIEES 83

ANNEXES

ANNEXE 1 : SYNOPTIQUE DE GESTION DES DECHETS RADIOACTIFS 84

ANNEXE 2 : DOCUMENTS DE REFERENCE 85

ANNEXE 3 : GLOSSAIRE 86

ANNEXE 4 : INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES DECHETS 88

1. ICEDA 88
2. CSA 89
3. CIRES 90
4. CENTRACO 91
5. CYCLIFE SWEDEN 92

ANNEXE 5 : OPDEM EVACUATION COMBUSTIBLE USE 93

ANNEXE 6 : OPDEM N°PDFS0002 DECONTAMINATION DES CIRCUITS PRIMAIRES (FSD) 96

1. INTRODUCTION 96
2. CHOIX D'UNE DECONTAMINATION 96
3. DESCRIPTION DU PROCEDE DE DECONTAMINATION 100
4. EFFLUENTS ET DECHETS SOLIDES GENERES 102
5. RETOUR D'EXPERIENCE INTERNATIONAL 103

ANNEXE 7 : OPDEM N°PDFS0001 AUGMENTATION DES CAPACITES DE STOCKAGE DE RESINES 105

1. INTRODUCTION 105
2. DESCRIPTION DE LA MODIFICATION 105

ANNEXE 8 : OPDEM N°PDFS0009 AMENAGEMENT DE LA SALLE DES MACHINES 108

1. INTRODUCTION 108
2. DESCRIPTION DE LA MODIFICATION 108

ANNEXE 9 : EVACUATION DES GV : INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES 111

1. GV USES 111
   1.1. caractéristiques complémentaires 111
   1.2. séquence réglementaire 111
2. GV DE DEMANTELEMENT : ELEMENTS DE REGLEMENTATION 112

FIGURES

Figure a Séquence globale du démantèlement de l'INB n°75 15
Figure b Localisation du CNPE de Fessenheim 16
Figure c Vue des ilots conventionnel et nucléaire de l'INB n°75 18
Figure d : Schéma de principe du fonctionnement de l'INB n° 75 19
Figure e Vue d'ICEDA 34
Figure f Planning général du démantèlement de l'INB n°75 55
Figure g Coupe verticale du BR 57

1. OBJET

Ce document constitue le plan de démantèlement du Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Fessenheim (Installation Nucléaire de Base - INB - n°75, tranches 1 et 2)[1]. Chaque tranche correspond à un réacteur et aux équipements associés.

Cette version répond à la demande ASN [12] et est préalable à la version contenue dans le dossier de démantèlement.

A ce stade de vie de l'installation, le plan de démantèlement présente[2], outre la stratégie de démantèlement retenue et les principes méthodologiques associés, les opérations préparatoires au démantèlement (qui permettent d'atteindre « l'état initial » du démantèlement) ainsi que les grandes étapes du démantèlement et leur durée envisagée à ce stade (qui permettent d'atteindre « l'état final » visé). Le plan de démantèlement présente de plus les éléments d'organisation pour préparer puis réaliser le démantèlement. Enfin les filières déchets retenues sont présentées : EDF s'est avant tout assuré de l'existence de filières de gestion de tous les déchets produits et s'est inscrit dans une démarche d'optimisation de la gestion de ces déchets, en concevant les opérations sur site de manière à réduire le volume des déchets ultimes à stocker.

Le plan de démantèlement est cohérent avec la séquence de réalisation du 4ème réexamen périodique des 2 tranches prévu en 2020, durant la période de préparation du démantèlement.

Ce plan de démantèlement mis à jour constituera l'une des pièces du dossier de démantèlement qui sera déposé ultérieurement en vue de l'obtention du décret de démantèlement.

[1] Prévu au I de l'article Art. R. 593-66 du [2] dans le cadre de l'application de l'article 8.3.1 – II - du chapitre III du titre VIII de [1]

[2] En cohérence avec le plan type donné en annexe 1 du Guide ASN [2] tout en apportant quelques modifications aux libellés des chapitres par souci de lisibilité

2. PRESENTATION ET JUSTIFICATION DE LA STRATEGIE DE DEMANTELEMENT RETENUE

2.1. PREAMBULE

Il convient de distinguer deux grandes phases dans la vie d'une INB[3] :

- La **phase d'exploitation**, encadrée par un Décret d'Autorisation de Création (DAC) de l'INB et une autorisation de mise en service délivrée par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), couvre les étapes de construction, la mise en service puis le fonctionnement industriel de l'installation. Elle se termine par la phase de Préparation au Démantèlement, dite **phase de PDEM** et l'instruction des dossiers réglementaires déposés en vue de l'obtention du décret d'autorisation de démantèlement. La phase de P-DEM se décompose en 2 sous-phases : RCD (Réacteur Complètement Déchargé) jusqu'à l'évacuation du combustible du site puis RSC (Réacteur Sans Combustible).

- La **phase de démantèlement**, autorisée par un décret de démantèlement, concerne l'ensemble des opérations techniques et des procédures administratives permettant la déconstruction des installations et la gestion des sols en vue d'atteindre un état final visé permettant le déclassement. Elle se termine par la décision de déclassement de l'INB prise par l'ASN et homologuée par le ministre en charge de la sûreté nucléaire. Les principaux enjeux techniques pour le démantèlement d'une tranche de type Réacteur à Eau Pressurisée (REP) sont les suivants :
  - le démontage des équipements électromécaniques ;
  - l'assainissement des structures de Génie-Civil ;

La phase de PDEM a pour objet de mener à bien les opérations de fin d'exploitation de l'INB et les opérations préparatoires au démantèlement : mise en ordre de l'installation, mise à l'arrêt des procédés, évacuation du maximum de substances dangereuses dont le combustible, préparation des travaux de démantèlement et de la cinématique des déchets.

Cette phase, **débute lors de l'arrêt définitif** de la tranche **et se termine à la mise en application du décret** d'autorisation de démantèlement. Elle est estimée à 5 ans à compter du dépôt du dossier de demande de décret de DEM.
L'état initial de démantèlement est alors rejoint.

[3] articles L. 593-7 et suivants de [8], articles R. 593-69.et suivants de [2]

- l'évacuation des déchets vers des filières de gestion adéquates ;
- la démolition des bâtiments ;
- la réhabilitation du site (dont l'assainissement des sols) en vue de l'usage futur retenu.

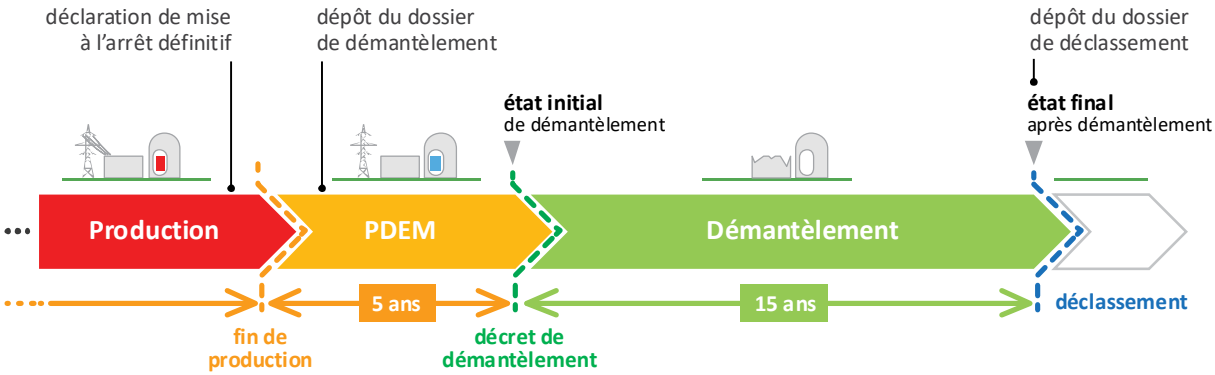


Figure a Séquence globale du démantèlement de l'INB n°75

2.2. PRESENTATION SOMMAIRE DE L'INSTALLATION

2.2.1. LOCALISATION

L'INB n°75 est située dans la plaine d'Alsace, dans le département du Haut-Rhin sur la commune de Fessenheim. Elle est implantée en amont du barrage et de l'usine hydroélectrique de Fessenheim et est distante de 1,5 km du lit du Rhin faisant frontière entre l'Allemagne et la France.

Figure b Localisation du CNPE de Fessenheim

L'INB n°75 s'étend sur une superficie d'environ 37 hectares.

Les deux tranches sont localisées dans la partie Sud du site. Elles sont refroidies en circuit ouvert par l'eau du Grand Canal d'Alsace : le bassin de prise d'eau est constitué par un canal latéral au canal de force motrice de l'usine hydro-électrique de Fessenheim. Le rejet des eaux de circulation s'effectue dans le canal de force motrice.

Un poste électrique haute tension 400 kV, implanté à l'ouest du site et couvrant une surface d'environ 33 hectares, évacue l'énergie produite par les deux tranches sur le réseau général. Une liaison 225 kV depuis l'usine hydroélectrique assure l'alimentation de secours des auxiliaires du site.

2.2.2. DESCRIPTION SUCCINCTE DE L'INB

L'INB n°75 est constituée de deux tranches nucléaires identiques, de technologie à Réacteur à Eau Pressurisée (REP), d'une puissance unitaire de l'ordre de 900 MW électrique, qui ont été mises en service industriel les 30 décembre 1977 et 18 mars 1978.

L'INB n°75 se décompose en trois zones principales. Les bâtiments et ouvrages composant chacune de ces zones sont présentés ci-dessous :

- l'ilot nucléaire :
  - les deux bâtiments réacteurs (BR), contenant notamment les circuits primaires et ayant chacun un tampon d'accès matériel au niveau de la plate-forme du site ;

- o les deux bâtiments combustible (BK), contenant les piscines où sont entreposés les assemblages combustible neufs et usés, des Déchets Activés d'Exploitation[1] (DAE) ;
- o le bâtiment des auxiliaires nucléaires (BAN) commun aux deux unités de production qui abrite les installations de traitement des effluents, ainsi que les installations générales de ventilation et de filtration d'air des locaux nucléaires;
- o les deux bâtiments diesels abritant les groupes électrogènes utilisés en fonctionnement;
- o les deux bâtiments périphériques (BW) qui abritent notamment les réservoirs de traitement et de refroidissement des piscines,
- o le bâtiment électrique (BL) ;

- l'ilot conventionnel :
  - o la salle des machines (SDM) avec le groupe turbo-alternateur, le condenseur et le poste d'eau alimentaire pour chaque unité de production ;
- les bâtiments industriels et tertiaires :
  - o la station de pompage et la station de rejet ;
  - o la station de production d'eau déminéralisée;
  - o les transformateurs (transformateur principal, transformateur de soutirage, transformateur auxiliaire, transformateur de secours) et les deux plates-formes d'évacuation d'énergie électrique et d'alimentation ;
  - o la turbine à combustion ;
  - o les chaudières auxiliaires ;
  - o les deux réservoirs d'alimentation en eau de secours des Générateurs de Vapeur;
  - o les deux Bâtiments d'Entreposage des Générateurs de Vapeur usés (BEGV),
  - o les réservoirs de stockage des effluents avant rejet (réservoirs Traitement des Effluents Usés (TEU) et réservoirs de collecte des effluents secondaires;
  - o l'aire d'entreposage des déchets de très faible activité (aire TFA), l'aire d'entreposage des outillages contaminés (AOC) et le centre de regroupement des déchets ;
  - o le parc à gaz ;
  - o le bâtiment appoint ultime (BAU) ;
  - o les bâtiments communs de site :
    - le Bâtiment des Auxiliaires de Conditionnement (BAC) qui abrite les installations assurant des fonctions d'entreposage et de bouchonnage de colis de déchets ;
    - le Bâtiment d'Entretien de site (BES) qui abrite la laverie (lavage des tenues portées en zone contrôlée);
    - le magasin général ;
    - le bâtiment magasin outillage ;
    - le bâtiment chaudronnerie ;
    - le bâtiment contrôle radioprotection ;
    - le bâtiment de stockage des produits chimiques ;

[1] Il s'agit de déchets radioactifs issus du fonctionnement du réacteur nucléaire (matériaux qui ont été soumis aux rayonnements et qui présentent de la radioactivité au sein même de la matière, ou matériaux contaminés).

- le bâtiment d'entreposage des boues ;
- l'atelier mécanique ;
- les ateliers d'entreprises ;
- l'huilerie ;
- le laboratoire de chimie ;

o les bâtiments tertiaires du site (bâtiment village entreprise, bâtiment accueil entreprises, bâtiments administratifs de site n°1, n°2 et n°3, bâtiment structure d'arrêt, restaurant d'entreprise et restaurant du site, bâtiment accès principal, poste d'accès secondaire, bâtiment protection de site, bâtiment de sécurité, bâtiment gestion administratif, bâtiment direction, bâtiment formation, bâtiment simulateur de conduite, bâtiment médecine du travail, bâtiment plan d'urgence interne) et parkings.

Figure c Vue des ilots conventionnel et nucléaire de l'INB n°75

2.2.3. PROCEDES MIS EN JEU LORS DU FONCTIONNEMENT

Dans une centrale nucléaire, comme dans toute centrale thermique, l'énergie libérée par un combustible sous forme de chaleur est transformée en énergie mécanique puis électrique. Alors que dans une centrale thermique classique, la chaleur provient de la combustion du charbon ou du fuel ; dans une centrale nucléaire, elle provient de la fission des noyaux d'uranium.

Cette chaleur est prélevée par le passage d'eau autour du combustible dans le circuit primaire puis est transférée au niveau des générateurs de vapeur, induisant la vaporisation de l'eau du circuit

secondaire. La vapeur ainsi produite actionne la turbine qui entraîne l'alternateur en rotation, produisant ainsi l'énergie électrique.

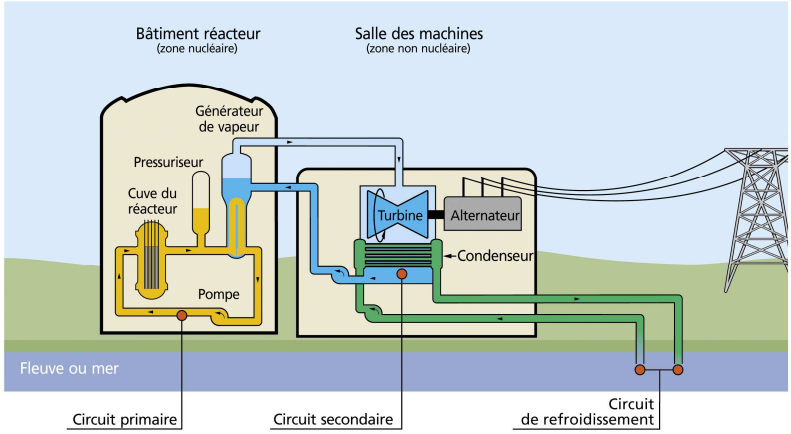


Figure d : Schéma de principe du fonctionnement de l'INB n° 75

Les réactions nucléaires dans le combustible provoquent la formation de différents radioéléments : les produits de fission issus de la fission de l'uranium et les noyaux lourds ou actinides issus de captures neutroniques de l'uranium. De plus, l'interaction des neutrons issus de la fission avec les structures entourant le combustible provoque la formation de radioéléments appelés produits d'activation.

Immédiatement après l'arrêt définitif du réacteur, l'activité présente dans le combustible est de l'ordre de 10^{20} Bequerel. Les principaux radioéléments en présence dans le combustible sont les ^{106}Ru, ^{144}Ce, ^{147}Pm, ^{134}Cs, ^{137}Cs et ^{241}Pu (hors radioéléments de période inférieure à 6 mois),

L'activité des structures activées entourant le combustible (barres de commandes, cuve et structures internes de la cuve) est de l'ordre de 10^{17} Bequerel à l'arrêt définitif du réacteur. Les principaux radioéléments présents dans ces structures sont les ^{60}Co, ^{63}Ni, ^{108m}Ag, ^{110m}Ag et ^{3}H (hors radioéléments de période inférieure à 6 mois) Cette activité est non mobilisable[4] hormis lors des découpes où seule l'épaisseur du trait de coupe est susceptible d'être mobilisée.

De plus, des radioéléments sont présents sous forme de contamination des surfaces internes des circuits ayant véhiculé ou entreposé du fluide primaire. Cette contamination résulte de dépôts :

- de particules arrachées aux structures par la corrosion et l'usure mécanique, activées sous flux neutronique et redéposées ;
- de produits de fission et actinides issus d'uranium libéré en cas de défaut d'étanchéité d'une gaine combustible apparaissant au cours du fonctionnement de l'installation ;

Les structures non activées présentes en zone nucléaires sont susceptibles de présenter des traces de contamination sur leurs surfaces externes. Cette contamination résulte de dépôts d'aérosols issus de la remobilisation de la contamination interne des circuits lors d'ouvertures routinières (inspections, maintenances).

L'activité issue de la contamination est de l'ordre de 10^{14} Bequerel à l'arrêt définitif du réacteur et est essentiellement localisée sur les surfaces internes des circuits. Les principaux radioéléments en présence sont les ^{60}Co, ^{63}Ni et ^{55}Fe (hors radioéléments de période inférieure à 6 mois)

[4] La mobilisation d'une activité est la mise en suspension ou en solution d'une activité initialement solide

Au début de la phase de démantèlement, le combustible ayant été évacué, l'activité présente sur le site est principalement liée à l'activation des structures qui étaient proches du combustible. Elle est de l'ordre de 10^{17} Bequerel. L'activité liée à la contamination est de l'ordre de 10^{14} Bequerel.

En synthèse

L'évacuation du combustible réduit très notablement le potentiel de dangerosité du site pour les raisons suivants :

- L'activité présente sur site est largement portée par le combustible, de l'ordre de 1000 fois supérieure à l'activité portée par les structures activées ou contaminées,
- les radionucléides présents dans le combustible ont une radio toxicité[5] de 100 à 1000 fois supérieure à celle des radionucléides présents dans les structures activées ou contaminées,

2.3. STRATEGIE RETENUE POUR LE DEMANTELEMENT

Ce paragraphe présente

- La stratégie d'entrée en DEM et menée en PDEM
- La stratégie relative à un démantèlement immédiat
- Les principales orientations du démantèlement

Stratégie d'entrée en démantèlement et menée en phase de P-DEM

Dans l'attente du décret de démantèlement, les opérations préparatoires au démantèlement (OPDEM) sont réalisées dans le cadre du décret d'autorisation de création et du référentiel d'exploitation associé. Les OPDEM retenues sont choisies d'une part pour disposer au mieux des compétences et de la connaissance de l'installation du personnel d'exploitation encore présent, d'autre part, pour préparer l'INB 75 à la première étape de son démantèlement. Dans cette optique, 2 activités sont nécessaires pour entamer le démantèlement :

- l'évacuation du combustible neuf et usé, qui élimine les risques de criticité et de refroidissement en démantèlement,
- la décontamination du circuit primaire, qui permet par l'élimination ou la réduction de la contamination labile :
    - De réduire le débit de dose de contact ou ambiant pour les travailleurs,
    - De réduire les risques d'exposition interne et de contamination corporelle externe,
    - D'améliorer la propreté radiologique des installations,
    - De réduire des risques de dispersion.

La réalisation de ces 2 activités en phase de P-DEM permet d'entrer en démantèlement dans des conditions optimales vis-à-vis des risques, qu'ils soient vis-à-vis des chantiers ou vis-à-vis des intérêts protégés.

[5] La radiotoxicité est la toxicité de nature radioactive que subit un organisme exposé par ingestion ou inhalation à un radionucléide:

Stratégie relative à un démantèlement immédiat

Il existe deux types de stratégies de démantèlement identifiées a priori pour l'INB n°75 :

- Le démantèlement immédiat :

  Ce type de démantèlement consiste à démarrer les opérations le plus tôt possible suite à l'arrêt définitif de l'installation nucléaire et suite à l'évacuation des matières radioactives et des déchets d'exploitation.
- Le démantèlement différé :

  Ce type de démantèlement consiste à reporter les opérations de démantèlement afin d'attendre la décroissance de la radioactivité. Cette stratégie implique donc de maintenir les différentes parties de l'installation susceptibles d'être contaminées dans un état sûr, pendant plusieurs décennies (de 30 à 100 ans).

EDF a choisi de procéder au démantèlement immédiat de l'INB 75.

Ce choix se justifie en particulier par le fait de :

- Pouvoir réaliser les opérations de démantèlement dans des conditions sécurisées avec un coût économique acceptable suite à l'évacuation de plus de 99,9 % de la radioactivité initialement présente, en ayant adapté les exigences aux enjeux restants ;
- Bénéficier des connaissances et des compétences des équipes présentes lors du fonctionnement de l'installation nucléaire, indispensables notamment lors des premières opérations de démantèlement ;
- Bénéficier en France de dispositions déjà existantes pour le stockage des déchets qui seront générés par l'opération de démantèlement et notamment des déchets de Très Faible Activité (TFA), de Faible Activité (FA) et de Moyenne Activité (MA).

Ce choix est cohérent avec l'article L. 593-25 de [8] modifié par la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la Transition Energétique pour la Croissance Verte, demandant un « **démantèlement dans un délai aussi court que possible, dans des conditions économiquement acceptables et dans le respect des principes énoncés** à l'article L. 1333-2 de [10] et de l'article L593-25 de [8]) .

Principales orientations pour le démantèlement

<u>Entreposage des Déchets Activés d'Exploitation (DAE)</u>

L'opportunité d'entreposer les DAE en Emballages Métalliques Massifs a été considérée mais n'a pas été retenu car trop coûteuse et génératrice de déchets supplémentaires. Le choix s'est porté sur la réutilisation du BK2 existant pour entreposer les DAE sous eau. Le démantèlement du BK2 est alors positionné au plus tard, conséquence du délai d'attente pour transport et acceptation dans l'installation d'entreposage hors site (ICEDA) de ces déchets.

<u>Stratégie de simplification fonctionnelle</u>

Le choix d'un scénario dit « Cold & Dark » de réalimentation électrique et de remplacement des fonctions support existantes par des systèmes mobiles/modulaires a été retenu. Le scénario alternatif aurait été la conservation des systèmes d'origine (éventuellement adaptés aux besoins du démantèlement) avec mise hors service progressive. Le choix de mettre en oeuvre un scénario Cold & Dark a été motivé par un ensemble de gains non chiffrables mais tangibles :

- Réduction significative du risque électrique pour les intervenants,

- Forte réduction des circuits en eau (dimensionnement ajusté au besoin du démantèlement),
- Réduction ciblée de potentiels calorifiques,
- Traitement de l'obsolescence des systèmes,
- Dérisquage de chemins sous-critiques visant à sécuriser le planning du démantèlement,
- Rationalisation des mises hors service définitives par arrêt complet de tous les systèmes non requis.

Mise en place d'une Installation de Découplage et de Transit de gestion des déchets produits (IDT)

Le choix d'un réaménagement de la Salle des Machines pendant la phase de P-DEM en IDT a été effectué. L'alternative aurait été la construction d'un nouveau bâtiment. Ce choix s'appuie sur :

- La volonté de limiter la production de déchets supplémentaires qui résulterait de la construction de nouvelles installations,
- La volonté de réutiliser des bâtiments existants lorsque ceux-ci présentent des caractéristiques intéressantes (comme pour l'utilisation des BEGV pour les GV de démantèlement). La salle des machines possède une surface adéquate, des moyens de levage adaptés et est à l'abri des intempéries ; elle permet le regroupement de toutes les zones de transit et de gestion des déchets (TFA, FAMA et MA-vl) dans un seul bâtiment pour une gestion efficace et industrielle des flux de déchets,
- La vérification de son dimensionnement aux exigences associées à sa nouvelle fonction.

Choix du mode de découpe des internes de cuve en air ou sous eau

Le scénario de découpe des internes de cuve sous eau a été retenu puisqu'il permet, par rapport au scénario sous air :

- Une meilleure radioprotection des travailleurs
- Un travail en vision directe
- Une réduction du risque incendie
- L'emploi de techniques de découpe sous eau maîtrisées (faisabilité technique acquise au travers d'un Rex significatif)
- Une quantité de rejets gazeux inférieure.

Choix du mode de découpe de la cuve en air ou sous eau

Dans le cas du scénario « en air », la durée globale du chantier est légèrement plus courte que pour le chantier « en eau » (de l'ordre de 3 mois), avec une hypothèse optimiste sur les durées d'installation/repli de chantier. Néanmoins, la réalisation des opérations de découpe à distance sans vision directe est plus complexe, les équipements nécessaires à la gestion du confinement et de la radioprotection sont coûteux, et ce scénario ne permettrait pas de bénéficier des investissements faits pour le chantier des internes sous eau. C'est pourquoi il a été décidé d'écarter le scénario de découpe en air et de retenir le scénario de découpe de la cuve sous eau.

Eventualité d'un conditionnement de la cuve en monobloc

La gestion de la cuve en monobloc n'est pas compatible avec les spécifications actuelles de CENTRACO ou de l'ANDRA. De plus, un emballage serait à développer et une évolution de filière serait à prévoir. La solution retenue est donc une découpe pour évacuation des déchets vers les filières existantes.

3. GENERALITES SUR LE DEMANTELEMENT

3.1. PRINCIPES DIRECTEURS DU DEMANTELEMENT

Les principes directeurs pour la préparation et la réalisation du démantèlement de l'INB n°75 sont les suivants :

1. Atteindre l'état initial de démantèlement tel que défini, concourant à la diminution des risques et à la maîtrise du planning
2. Garantir la sécurité des travailleurs
3. Limiter l'exposition radiologique des travailleurs aux rayonnements ionisants
4. Adapter les exigences de sûreté aux enjeux
5. Limiter les rejets dans l'environnement
6. Prendre en compte, dès la conception des opérations de démantèlement, une gestion industrielle optimisée de tous les déchets
7. Optimiser le planning de démantèlement en recherchant l'optimum réduction des risques – coût - délai
8. Préparer le démantèlement du reste du parc de 2ème génération et identifier les études, les procédés et outillages mutualisables
9. Prioriser et arbitrer entre enjeux

Ces principes sont présentés ci-dessous.

1) Atteindre l'état initial de démantèlement tel que défini, concourant à la diminution des risques et à la maitrise du planning

La phase de P-DEM, contenant les activités décrites au § 4.1.2 permet d'atteindre l'état initial de démantèlement défini au § 4.1.5 . La diminution des risques et des inconvénients, la poursuite de la connaissance de l'état des risques subsistants, la préparation d'une cinématique performante de gestion des déchets et la maitrise du planning global sont des priorités de cette phase et concourent à la sécurisation de la phase de démantèlement. Par ailleurs, les fonctions support, notamment la ventilation et alimentation électrique, restent en fonctionnement et pourront commencer à être adaptées pour la phase de démantèlement. Enfin les dispositions de gestion des effluents d'exploitation continuent à être utilisés puisque c'est durant cette période que la majorité des systèmes fluides sont arrêtés et vidangés.

2) Garantir la sécurité des travailleurs

- La sécurité des travailleurs est prise en compte dès la conception des opérations de démantèlement jusqu'à la fin des opérations (voir § 4.7.3)
- La modification de simplification de la distribution électrique, engagée en P-DEM, contribue à sécuriser les travaux de démantèlement, en limitant et en identifiant clairement les câbles restant sous tension

3) Limiter l'exposition radiologique des travailleurs aux rayonnements ionisants

- Le choix des scénarios intègre la recherche de réduction de l'inventaire radiologique pour éliminer en premier, lorsque cela est pertinent et possible, les équipements les plus irradiants.
- Le démantèlement des matériels fortement activés et/ou contaminés est réalisé à distance.
- L'évacuation du combustible et la réalisation de la décontamination en phase de PDEM concourent à cet objectif.

4) Adapter les exigences de sûreté nucléaire aux enjeux

- En l'absence de combustible nucléaire, il n'y a plus de risque associé aux fonctions de sûreté « maîtrise de la réactivité » et « refroidissement ». Les exigences de la fonction de confinement sont adaptées au niveau de contamination résiduelle. Enfin, la protection des personnes et de l'environnement contre les rayonnements ionisants doit être garantie.

5) Limiter les rejets dans l'environnement

- La déconstruction d'une installation nucléaire entraîne des rejets d'effluents radioactifs et chimiques liquides et à l'atmosphère, encadrés par la réglementation. Les effluents proviennent soit du solde d'effluents liés à la période de fonctionnement qui n'ont pu être pris en charge en PDEM, soit des activités de déconstruction elles-mêmes.
- L'impact des rejets sur la santé et l'environnement est évalué dans l'étude d'impact du dossier de demande de décret de démantèlement.
- Le programme de contrôle des effluents et de surveillance de l'environnement permet de vérifier le respect du cadre de l'étude d'impact ayant conditionné l'autorisation de rejet de l'installation.
- Au-delà du respect des limites réglementaires, l'exploitant agit pour réduire, autant que raisonnablement possible, à des coûts économiquement acceptables, les rejets, en vertu du principe d'optimisation. La gestion optimisée des effluents et des rejets repose sur les principes suivants :
  - réduction à la source de la production d'effluents ;
  - collecte sélective des effluents selon leur nature radiochimique et chimique, et traitement par le moyen le plus adapté à leurs caractéristiques ;
  - entreposage, contrôle et comptabilisation des effluents pour garantir en toutes circonstances le respect des dispositions réglementaires et notamment les limites de rejet.

6) Prendre en compte, dès la conception des opérations de démantèlement, une gestion industrielle optimisée de tous les déchets

- La gestion des déchets conventionnels s'effectue en respectant le principe de prévention à la source et le principe de hiérarchisation des modes de traitement des déchets dans le respect de l'application du principe de proximité[6].
- Les matériels et matériaux sont valorisés autant que possible, par exemple en pièce de rechange pour d'autres sites industriels, ou en utilisant les gravats de béton comme remblai des cavités formées par les ouvrages laissés dans le sous-sol.
- La construction de nouvelles installations, susceptibles de devenir à terme des déchets, sera limitée au strict nécessaire. La réutilisation de l'existant est privilégiée (applicable notamment pour l'Installation de Découplage et de Transit (IDT)[7], ainsi que le recours à des systèmes mobiles réutilisables pour les fonctions nouvelles.
- L'application stricte du zonage déchets des installations garantit la gestion des déchets radioactifs ou susceptibles de l'être dans les filières spécifiques.
- La gestion des déchets radioactifs est optimisée en prenant en compte toutes les phases depuis le chantier de déconstruction jusqu'au stockage des déchets ultimes, avec des objectifs de limitation des risques, des rejets dans l'environnement, et des volumes de déchets ultimes à stocker.
- La limitation des quantités de déchets radioactifs ultimes à stocker est recherchée par la définition optimale du zonage déchets, le choix des scénarios de démantèlement, l'emploi de techniques de démantèlement adaptées et une optimisation du remplissage des conteneurs.
- La réduction du volume de déchets radioactifs ultimes à stocker est également recherchée par des traitements appropriés hors site (la fusion des déchets métalliques par exemple, voire la valorisation).
- Les déchets sont traités et conditionnés, dès la production, conformément aux spécifications d'acceptation dans les filières industrielles adaptées afin de limiter les entreposages et les risques de reprises de conditionnement.
- Des zones de gestion et de transit adaptées sont mises en place pour gérer les flux de déchets avant évacuation vers les centres agréés.

7) Optimiser le planning de démantèlement en recherchant l'optimum réduction des risques – coût - délai

- Les moyens généraux adaptés aux opérations de démantèlement sont mis en place en préalable aux travaux (entreposage des déchets, moyens de manutention, ventilations, distribution électrique,…).
- Le réaménagement du site et la gestion des sols sont réalisés au fur et à mesure de l'avancement du chantier, zone par zone. Une phase de réhabilitation d'ensemble est prévue à la fin du projet.
- Le recours aux meilleures techniques disponibles (éprouvées) à un coût économiquement acceptable est recherché.

[6] Gestion conforme au titre IV de [8] et Art L541-1 de [8]

[7] Une IDT est une Installation recevant des déchets et les réexpédiant, sans réaliser d'autres opérations qu'un entreposage temporaire dans l'attente de leur évacuation

- Le planning de travail est optimisé sur les 2 tranches : en parallèle « décalé » plutôt qu'en série : il permet à la fois de tirer les leçons du premier chantier pour améliorer la performance sur le chantier de la 2ème tranche et de réutiliser certains outillages.
- Les opérations nécessitant des outillages ou des compétences particulières peuvent être, en fonction de la stratégie industrielle qui sera retenue en amont de l'exécution, planifiées en série : par exemple le retrait des GV, le démantèlement des internes et de la cuve. Ce point est détaillé au § 4.4.1.2.

"Les opérations nécessitant des outillages ou des compétences particulières peuvent être, en fonction de la stratégie industrielle qui sera retenue en amont de l'exécution, planifiées en série : par exemple le retrait des GV, le démantèlement des internes et de la cuve" + faire un lien avec le § 4.4.1.2 (§ où c'est expliqué ainsi)

8) Préparer le démantèlement futur du reste du parc en exploitation et identifier les études, les procédés et outillages mutualisables

- Identifier les spécificités de site et leurs éventuelles modalités propres de déconstruction.
- Enregistrer le retour d'expérience de la déconstruction de l'INB n°75 au fur et à mesure de l'avancement du projet afin de préparer dans les meilleures conditions le prochain démantèlement de technologie REP.
- Là où les études d'optimisations ne peuvent être développées dans les échéances du planning d'ingénierie du projet de démantèlement de l'INB n°75, elles seront poursuivies dans le cadre de la préparation des démantèlements suivants.

9) Prioriser et arbitrer entre enjeux

- EDF est dotée d'instances de décisions et de délégations d'autorité permettant de procéder à des arbitrages suite à analyses multi critères.
- L'ensemble de l'opération de démantèlement des 2 tranches sera conduite en mode projet en conformité avec le Référentiel de Management de Projets du Groupe EDF.

3.2. DISPOSITIONS PRISES A LA CONCEPTION ET ENSEIGNEMENTS RESULTANT DE L'EXPLOITATION

3.2.1. PRINCIPES

De façon générale, les dispositions facilitant le démantèlement sont celles qui permettent d'atteindre, à un coût acceptable, les deux objectifs principaux suivants :

- réduction de l'exposition des intervenants aux rayonnements ionisants à un niveau aussi bas que raisonnablement possible (principe d'optimisation) ;
- réduction des quantités de déchets radioactifs et de produits dangereux.

Par conception de l'installation, tous les composants d'une tranche peuvent faire l'objet d'une dépose pour maintenance ou remplacement, à l'exception de la cuve. Ceci constitue une expérience préalable de démontage de l'installation, en particulier pour les gros composants hors cuve :

remplacement des Générateurs de Vapeur, de tronçons de tuyauterie primaire, d'échangeurs, des moteurs des pompes primaires, du stator/rotor turbine, etc.

Pendant la phase d'exploitation de l'installation, des dispositions ont été mises en œuvre concourant à l'amélioration des performances sur les objectifs cités plus haut. Ces dispositions sont mentionnées lorsque leur application au démantèlement est pertinente.

3.2.2. MISE EN ŒUVRE POUR UNE TRANCHE REP

3.2.2.1. Choix des matériaux

3.2.2.1.1. Réduction de la contamination

Les structures métalliques présentes dans le cœur et autour du réacteur, ainsi que certains produits résultant de la corrosion des structures du circuit primaire, sont activés sous l'effet du flux neutronique (création de radionucléides). L'un des principaux contributeurs à la dose est le cobalt radioactif (cobalt 60) produit par activation du cobalt stable présent dans les structures et dans les produits de corrosion exposés aux neutrons. A la conception des tranches de l'INB n°75, les spécifications en vigueur imposaient une teneur limitée en cobalt :

- Cuve : teneur en cobalt ≤ 0,03 %.
- Plaque de partition des GV : teneur maximale en cobalt ≤ 0,1 % (Inconel 600).
- Tubes de GV : teneur maximale en cobalt ≤ 0,035 % (Inconel 600).
- Tuyauteries primaires, composants du combustible : teneur en cobalt ≤ 0,2 %.

Parmi ces équipements, c'est la corrosion des tubes de GV qui est le facteur principal de contamination.

Les opérations de remplacement des GV ont eu lieu en 2002 pour la tranche 1 et en 2012 pour la tranche 2 et permettent de réduire la présence de cobalt. Les tubes des générateurs de vapeur de remplacement ont alors été fabriqués avec de l'Inconel 690 (teneur moyenne en cobalt visée pour le faisceau de tubes inférieure à 0,018 % pour une teneur limite à 0,035 %) à la place de l'alliage initial (Inconel 600), minimisant la proportion de cobalt parmi les produits de corrosion qui circulent dans le circuit primaire.

Par ailleurs, les systèmes conçus pour le contrôle de la chimie du fluide primaire permettent en exploitation de limiter la corrosion du circuit primaire et la dissémination des produits responsables de la contamination. La phase d'oxygénation et de purification lors de la mise à l'arrêt avant arrêt est une activité systématique de réduction de la contamination des circuits et pourra être prolongée le cas échéant lors du dernier arrêt.

On notera aussi la réduction des composants en stellite (alliage à base de cobalt) et la suppression de l'inconel dans la fabrication des grilles d'assemblage combustible.

3.2.2.1.2. Résistance des gaines du combustible nucléaire

L'amélioration continue de la recherche appliquée dans le domaine des matériaux de gaines du combustible nucléaire ainsi que de la conception de plus en plus performante des assemblages est de nature à diminuer le risque de rupture de gaines, limitant ainsi le risque de dissémination des radionucléides émetteurs alpha (combustible nucléaire) et bêta/gamma (produits de fission) dans les circuits.

En exploitation, les spécifications radiochimiques de l'eau du primaire permettent de surveiller l'état des gaines et donc de détecter les transferts possibles de produits de fission et de combustible vers le circuit primaire.

3.2.2.2. Dispositions concernant la conception

La conception et les remplacements des générateurs de vapeur illustrent le point mentionné au § 3.2.1 : l'extraction de leur casemate après une seule découpe et les 6 opérations de remplacements de GV sur les 2 CNPE de type CP0 (Bugey et Fessenheim) ont permis d'acquérir une bonne expérience. L'expérience acquise permet de réduire la dosimétrie des intervenants par la réduction du temps passé au voisinage des éléments irradiants et d'accroître la rapidité d'évacuation de ces derniers.

Tous les planchers et les voiles susceptibles d'être contaminés sont revêtus de peintures décontaminables ; ces revêtements font l'objet d'une maintenance préventive garantissant leur tenue dans la durée. Ces dispositions sont de nature à faciliter l'assainissement des bâtiments nucléaires.

Enfin, plusieurs fonctions, nécessaires en période de fonctionnement, peuvent être maintenues pendant le démantèlement et permettent la bonne marche des opérations de déconstruction. Des études d'opportunité sont en cours pour définir si ces fonctions support seront effectuées par les systèmes utilisés en fonctionnement et simplifiés en PDEM (ou durant la phase de démantèlement) ou si elles seront remplacées par des fonctions modulaires (alimentation électrique, en air, en eau, ventilation, traitement des effluents solides, liquides et gazeux, détection et protection incendie, etc.). Ces études pourront déboucher sur des adaptations électromécaniques, planifiées en fonction des besoins et de la nature des travaux, soit en PDEM soit en démantèlement.

3.3. CONSERVATION DE L'HISTORIQUE ET ACCESSIBILITE AUX DONNEES

L'archivage des données et documents identifiés comme importants et devant être conservés sur le long terme après l'arrêt définitif de la tranche est un facteur majeur d'efficacité et de réduction des aléas au cours du démantèlement.

3.3.1. PRINCIPES

Les principes directeurs applicables pour garantir la conservation de l'historique et l'accès aux données respectent les exigences de l'article 2.5.6 du chapitre V du titre II de [1] qui traite de l'aspect documentaire relatif aux éléments et activités importants pour la protection des intérêts.

Les principes attachés à la pérennité des données et à leur accessibilité sont repris par le groupe EDF à différents niveaux :

- dans le référentiel EDF qui fixe la doctrine relative à la maîtrise du référentiel technique et du savoir-faire d'EDF. (Note d'application : classification et règles de protection des informations à EDF SA) ;
- dans la politique d'archivage du groupe.

Les principes relatifs à la responsabilité et à l'accessibilité des données complètent efficacement les enjeux de conservation.

L'entité EDF émettrice d'un document en a la responsabilité tout au long de son cycle de vie, jusqu'à sa destruction ou son transfert aux archives définitives. Pour les documents reçus des fournisseurs, la classification des informations et la conservation sont de la responsabilité de l'entité ayant contractualisé.

En fonction de la sensibilité des informations contenues dans les documents, un niveau d'accessibilité leur est attribué conformément aux règles en vigueur pour la protection du patrimoine EDF.

Ces principes sont également appliqués à la sous-traitance au travers des contrats passés avec les entreprises prestataires.

3.3.2. CONSERVATION ET ACCESSIBILITE DE L'INFORMATION

L'information relative à l'historique d'exploitation est classée et archivée et son accessibilité repose sur une organisation qui prend en compte le besoin de restitution documentaire à long terme.

Les règles mises en place pour la conservation des données liées aux installations permettent de garantir leur disponibilité, leur traçabilité et leur intégrité dans la durée.

La gestion de l'ensemble des données documentaires du nucléaire est assurée à l'aide d'un système unique de gestion électronique de documents (GED) nommé système d'information du nucléaire ECM (ou SdIN ECM). Ce système regroupe toute la documentation de l'ingénierie nucléaire (conception et démantèlement) et de l'exploitation du parc nucléaire d'EDF.

La GED du nucléaire est adossée à un second système d'information qui permet de gérer l'archivage de longue durée (appelé « Excalibur »). Ces deux outils constituent le référentiel documentaire du nucléaire.

3.3.3. L'INGENIERIE DOCUMENTAIRE AU SERVICE DU DEMANTELEMENT

La connaissance de l'historique et des données liées aux installations facilite la préparation du démantèlement. Elle intervient en particulier dans l'établissement du zonage déchet, l'assainissement des structures et des sols et la constitution des dossiers de déclassement.

Un processus de collecte manuelle et automatique périodique, d'identification et d'archivage de longue durée (supérieur à 100 ans) permet de recueillir et de conserver la documentation jugée utile pour le démantèlement.

Il s'agit principalement :

- de l'ensemble des documents relatifs à la construction initiale ou après modification durant le fonctionnement, en particulier les plans décrivant l'état de fin de construction (plans d'ensemble et plans de détail des matériels et bâtiments), les divers matériaux utilisés pour la construction (PV matière), les rapports de fin de fabrication, les bases matériel exploitant, …
- des documents issus du fonctionnement, permettant une connaissance de l'état de l'installation en fin d'exploitation (historique d'exploitation). On peut citer par exemple les incidents d'exploitation ayant pu entraîner des conséquences en termes de présence de matières radiologiques et/ou chimiques dans les structures et dans les sols, les bilans de surveillance des matériels et du génie civil, la politique de maintenance, les plans de zonage, les cartes de flux et plans de chargement, les cartographies radiologiques des locaux, …

Enfin, une sélection et une collecte spécifique de documents utiles au démantèlement a été réalisée à dire d'experts. Ces documents sont accessibles via un outil de gestion de données techniques de projet qui permet d'intégrer aussi des données non documentaires (photos, photos panoramiques, maquettes…).

3.4. MAINTIEN DES COMPETENCES ET CONNAISSANCE DE L'INSTALLATION

Les principes directeurs applicables pour garantir le maintien des compétences traitent[8] des moyens humains, techniques et organisationnels pour l'accomplissement d'une activité importante pour la protection des intérêts. Ils sont explicités dans le Système de management Intégré de la DP2D, processus « Assurer la cohérence & la performance globale dans le domaine global RH » et déclinés au sein du projet de démantèlement de l'INB n°75.

Ces principes sont déclinés dans les plans de formation de l'ingénierie et de la production nucléaire à EDF.

Contenu des plans de formation :

- les orientations de formation et sensibilisation dans les domaines généraux de la sûreté nucléaire, la radioprotection et la sécurité des intervenants et de l'environnement et dans les domaines spécifiques de la déconstruction et de la gestion des déchets ;
- le plan de développement des compétences de l'ingénierie et de la production nucléaire (et plus largement dans les domaines tel que le management de projet, le management des équipes, et autres domaines gestion/finance, contract management …).

Compétences nécessaires en phase PDEM :

Pour chaque étape de PDEM, les équipes répondent aux exigences de sûreté adaptées à l'état de l'installation (phase de Mise à l'Arrêt Définitif, états de tranche RCD puis RSC). Pour cela, les compétences d'exploitation, de maintenance, de logistique, de chimie et d'environnement seront adaptées aux différents référentiels de sûreté, d'exploitation, de maintenance, et environnement. De même, les référentiels PUI ainsi que le gréement des ressources seront adaptés aux états RCD puis RSC.

Compétences nécessaires au démantèlement :

- compétences clés communes au fonctionnement et au démantèlement : sûreté nucléaire, radioprotection (voir détails ci-dessous), sécurité (conception, réalisation), réglementation, génie civil, incendie, exploitation des systèmes encore en fonctionnement, gestion des effluents, surveillance de l'environnement, gestion des déchets, transport des matières radioactives, maîtrise des coûts … L'intégration à l'équipe projet de démantèlement de profils ayant exercé des fonctions techniques en fonctionnement contribue au maintien de ces compétences ;
- compétences clés spécifiques au démantèlement : procédés de déconstruction, d'assainissement, gestion des déchets spécifiques du démantèlement, … ;
- L'analyse des compétences nécessaires au démantèlement a montré la nécessité de maintenir des postes de chargé d'affaires et d'ingénieur Radioprotection au sein de la section en charge de la Prévention des risques sur l'installation en appui aux chantiers de démantèlement. Les modalités de gestion du risque lié à l'exposition des travailleurs aux émetteurs alpha font partie intégrante du référentiel radioprotection de la DP2D. A ce titre, la connaissance du risque alpha et des parades à mettre en place pour protéger les intervenants

[8] Et respectent les exigences du titre II de [1]

font partie des fondamentaux qui devront être maîtrisés par le futur pôle de compétences en radioprotection de Fessenheim, en cohérence avec la réglementation.

- S'agissant du maintien de la connaissance de l'installation, les dispositions décrites précédemment au § 3.3 y concourent.

Adéquation des ressources aux compétences en démantèlement

A partir des cartographies des besoins en compétences telles qu'identifiées ci-dessus, tant pour les phases PDEM que DEM, les besoins en ressources sont quantifiés et explicités. DP2D s'attache à dimensionner suffisamment l'équipe travaux afin de surveiller les opérations nécessitant un recours à des intervenants extérieurs.

Enfin, la maîtrise dans la durée du démantèlement des besoins en compétences est assurée par le fonctionnement du projet de démantèlement de Fessenheim : à ce titre les besoins de compétences et techniques, aussi bien en ressources propres, qu'en ressources externes au groupe sont régulièrement réévalués afin d'être anticipés.

Maintien des connaissances et compétences d'exploitation à la mise à l'arrêt

Concernant l'expérience de l'exploitation de Fessenheim, lors de la phase préparatoire au démantèlement, une partie du personnel ayant assuré l'exploitation sera dédiée à ce projet. Le personnel d'exploitation dédié au programme de démantèlement aura pour missions principales à partir de 2020, notamment :

- de participer aux études nécessaires aux différentes phases du programme, par l'apport de son expertise et de sa connaissance des installations et de leur historique,
- de réaliser les opérations de préparation à la Mise à l'Arrêt Définitif.

C'est principalement pour ces missions initiales que la connaissance des installations est importante. Pour la suite des opérations de démantèlement, des programmes d'adaptation / formation et d'immersion permettront d'accompagner le personnel du site vers des compétences spécifiques de démantèlement. Ainsi, le vieillissement puis le départ inéluctable des personnels ayant exploité l'installation ne présentent pas un enjeu majeur pour le transfert des connaissances. Par ailleurs, l'ensemble de la documentation disponible pendant les phases de construction et de fonctionnement de l'INB est conservée et archivée conformément au mode de gestion documentaire en vigueur à la DPN, et sera accessible pour les phases opérationnelles de démantèlement et d'assainissement. Ainsi, le transfert de connaissance de cette installation est anticipé bien en amont de la réalisation des opérations de démantèlement, de façon à ce qu'il n'y ait pas d'incidence sur le planning des phases opérationnelles de démantèlement.

3.5. ESTIMATION DES QUANTITES ET MODALITES DE GESTION DES DECHETS

3.5.1. PRINCIPES

Les principes directeurs concernant la gestion des déchets, énoncés au § 3.1 gouvernent les choix techniques retenus dans les scénarios des opérations.

Le processus de gestion des déchets a pour objectif de permettre une gestion appropriée à chaque type de déchets. Cette gestion sera présentée dans le volet relatif aux déchets de l'étude d'impact du dossier de demande de décret de démantèlement.

3.5.2. LE ZONAGE DECHETS

Le zonage déchets consiste en une approche géographique de la gestion de la production des déchets, permettant de différencier la production de déchets conventionnels de la production de déchets radioactifs ou susceptibles de l'être. L'arrêté [1] fixe notamment la réglementation technique générale destinée à prévenir et limiter les nuisances et les risques externes résultant de l'exploitation des INB.

Afin de garantir un niveau de confiance élevé quant à la discrimination entre les déchets devant suivre une filière de gestion des déchets radioactifs et ceux devant suivre une filière de gestion conventionnelle, le zonage déchets repose sur un zonage de référence qui est présenté dans la note « Etude sur la gestion des déchets ».

Le zonage déchets est réalisé sur la totalité du périmètre de l'installation. Il permet d'effectuer la séparation entre :

- les zones à production possible de déchets radioactifs à l'intérieur desquelles les déchets produits sont contaminés, activés ou susceptibles de l'être ; les déchets issus de ces zones sont évacués vers des filières spécifiques aux déchets radioactifs ;
- les zones à déchets conventionnels à l'intérieur desquelles les déchets ne sont pas susceptibles d'être contaminés ou activés ; les déchets issus de ces zones sont évacués vers des filières spécifiques aux déchets conventionnels.

En prenant en compte l'historique de l'installation, complété par une actualisation de la caractérisation radiologique des locaux en fin d'exploitation, une optimisation du zonage déchets est proposée en phase de préparation au démantèlement (par exemple, déclassement possible de locaux nucléaires en locaux conventionnels) sur la base de dossiers conformes à la réglementation.

3.5.3. PROCESSUS DE GESTION DES DECHETS SUR SITE

A partir du zonage déchets, le processus de gestion des déchets comprend plusieurs phases, qui diffèrent selon qu'il s'agit de déchets radioactifs ou conventionnels.

Cas des déchets radioactifs

- L'inventaire physique : permet d'estimer la nature physique et la quantité de déchets produits lors des opérations de démantèlement à partir de données de conception (bases de données) et de relevés in situ.
- La caractérisation radiologique : associée à l'inventaire physique, cette phase permet d'évaluer l'activité des déchets afin de déterminer la filière et le conditionnement adéquats

pour leur évacuation. Cette activité est listée dans les activités de PDEM § 4.1.2 et détaillée au § 3.7.

- La constitution et validation des dossiers administratifs de prise en charge des déchets en fonction de la nature physique et du niveau d'activité des déchets,
- Le tri et le conditionnement : réalisés pendant les opérations de démantèlement des matériels ou d'assainissement des structures. Les déchets sont triés suivant leur nature physique et radiologique et sont placés dans les emballages prescrits conformément aux critères d'acceptation dans la filière de gestion considérée et dans l'objectif de minimisation des volumes stockés. Les déchets dans leurs emballages constituent les colis.
- L'entreposage temporaire des colis produits et / ou de certaines pièces massives en déchets monobloc (si l'intérêt est avéré): le transit sur site est nécessaire pour des questions de gestion opérationnelle des flux de déchets afin de découpler le flux de production et le flux d'évacuation qui dépend des contraintes des centres de stockage ou de traitement qui reçoivent des déchets de différents producteurs. Les colis et / ou les pièces massives sont entreposés temporairement sur l'IDT en attente de leur évacuation.
- Le contrôle et l'évacuation : c'est la dernière étape sur le site du processus de gestion des déchets. Elle consiste à contrôler puis évacuer les colis vers les filières de gestion déterminées. L'évacuation des colis est assurée par des moyens de transport qui respectent la réglementation ADR (Accord européen relatif aux transports internationaux de marchandises Dangereuses par Route).

Cas des déchets conventionnels

- Les déchets conventionnels sont caractérisés lorsque nécessaire et selon les exigences des filières concernées et autorisées. Ils sont gérés en privilégiant la valorisation par rapport à l'élimination.

3.5.4. FILIERES DE GESTION HORS SITE

Selon leur nature et leur radioactivité, les déchets sont acheminés vers les filières adéquates.

3.5.4.1. Déchets conventionnels

Le principe de prévention mentionné au § 3.1 se traduit notamment par la possibilité de comblement de corps creux par des gravats inertes.

Le principe de hiérarchisation mentionné au § 3.1 se traduit par la priorisation suivante dans le choix de filière :

1 – **Réutilisation** (moyennant préparation).

2 – **Recyclage**.

3 – Toute autre **valorisation**, notamment la valorisation énergétique.

4 – **Elimination.**

3.5.4.2. Déchets radioactifs

Ce paragraphe aborde les points suivants :

- rappel du classement des déchets radioactifs ;
- complément d'information sur les moyens complémentaires envisagés pour l'INB n°75.

La gestion des déchets radioactifs est par ailleurs présentée dans le synoptique en ANNEXE 1 :

Classement des déchets radioactifs

- Déchets de Très Faible Activité (**TFA**) : les déchets TFA représentent environ 12 000 t pour l'INB n°75. Ils sont soit expédiés après conditionnement vers un centre de stockage des déchets TFA de l'ANDRA (CIRES) pour un stockage en surface, soit traités par fusion ou incinération à CENTRACO avant envoi au CIRES des résidus de traitement ultimes. Entrent dans cette catégorie de déchets, les déchets issus du procédé de démantèlement (déchets induits et déchets technologiques), certains matériels du BR ou encore les bétons issus de l'assainissement des structures et beaucoup de tuyauteries, câbles, matériels électriques…
- Déchets de Faible ou Moyenne Activité à vie courte (**FAMA vc**) : ces déchets représentent environ 6 200 t pour l'INB n°75. Ils sont conditionnés sur site et expédiés au Centre de Stockage de l'Aube de l'ANDRA (CSA) ou traités par fusion ou incinération avant stockage des résidus de traitement ultimes. Sont concernés notamment les GV usés et de démantèlement (cf. ci-après), les couvercles de cuve, les puits de cuve (béton), certains éléments du Circuit Primaire Principal ou de la cuve.
- Déchets de moyenne activité à vie longue (**MAVL**) : les déchets MAVL représentent environ 200 t pour l'INB n°75. Il s'agit d'une partie des internes supérieurs et inférieurs contenus dans la cuve des réacteurs ainsi que des déchets d'exploitation de type grappe de commande. Après une durée de décroissance radioactive de l'ordre de 10 ans, ils seront envoyés pour conditionnement et entreposage à ICEDA, avant envoi au Centre de Stockage Géologique que l'ANDRA prévoit de mettre en service (CIGEO). Un dossier de demande de modification substantielle au titre de l'article R.593-47 sera transmis en décembre 2020 pour modification des articles 1 et 2 du décret d'autorisation de création, afin de permettre l'accès de ces déchets à ICEDA. Cette échéance est compatible avec le timing d'utilisation d'ICEDA dans le planning d'évacuation de ce type de déchets hors du site.
- Déchet de haute activité (**HA**) à vie longue : aucun déchet de ce type n'est prévu au cours du démantèlement d'une tranche REP ; les combustibles étant évacués avant l'entrée en démantèlement.

Figure e Vue d'ICEDA

Gestion des Générateurs de Vapeur (GV) usés et planning associé

Les GV usés actuellement entreposés sur site dans les Bâtiments d'Entreposage des GV (BEGV) seront évacués en PDEM, ce qui permettra d'entreposer dans ces BEGV les GV actuellement en fonctionnement (dits « GV de démantèlement »).

La solution de référence pour la gestion des GV usés de l'INB 75 est basée sur l'utilisation d'une filière de traitement de gros composants existante en Europe appartenant au Groupe EDF : l'installation de traitement fusion de Cyclife Sweden. Cette installation a déjà traité par le passé des GV équivalents aux GV de type REP et présente les caractéristiques suivantes :

- Capacité d'accueil et traitement de gros composants avec activité sous ventilation nucléaire
- Moyens techniques de découpe opérationnels pour le démontage de constituants du GV
- Moyens techniques de fusion disponible (Four à Induction de capacité 4 tonnes) pour réaliser la densification des métaux (pour les pièces présentant un état final post traitement TFA voire FMA) ou l'élaboration de lingots d'acier libérables selon l'application de la Directive Euratom 2013/59.
- Expérience de l'usine dans le traitement et le rapatriement dans le pays d'origine du Producteur des déchets directs TFA ou FMA ainsi que les déchets induits par les opérations de découpe et fusion et nécessitant également un stockage ANDRA.

Ce choix est jugé robuste sur le plan technique et réglementaire, ainsi qu'en termes de sûreté. Enfin, des informations complémentaires sont disponibles en ANNEXE 9.

Une solution alternative serait la réalisation d'une installation de découpe des GV dédiée et la constitution de colis ANDRA TFA et FAMA. Cette solution nécessite la construction (et le démantèlement à terme) d'un nouveau bâtiment d'entreposage des GV, d'une installation de décontamination et découpe (nécessitant une autorisation spécifique ICPE ou INB) et constitue, à double titre, une désoptimisation de l'utilisation du CIRES (plus de déchets générés, pas de valorisation), notamment au regard du nouveau contexte réglementaire.

Gestion des GV de démantèlement et estimation du planning associé

Les GV issus du démantèlement seront mis en entreposage dans les BEGV avant envoi vers la filière de traitement «Technocentre », installation centralisée de traitement de découpe et de fusion localisée en France, dont la date de disponibilité prévisionnelle est 2027. Dans le contexte de la décision gouvernementale et de l'ASN du 21/02/2020 consécutive au débat public relatif à la préparation du 5ème PNGMDR offrant de nouvelles possibilités de dérogations ciblées permettant, après fusion et décontamination, une valorisation au cas par cas de déchets radioactifs métalliques de très faible activité, et dans une logique de libération des métaux sous les seuils de la Directive Euratom 2013/59, cette installation permettra une réduction des volumes de déchets, une optimisation de la protection du personnel et une réduction des coûts,. Les GV de démantèlement de l'INB75 constitueront les premiers GV de démantèlement à être ainsi traités dans cette installation. A ce titre, les opérations d'évacuation des GV usés permettront de tester en vraie grandeur des activités qui seront ensuite à généraliser, éventuellement industrialisées pour la mise en œuvre du Technocentre :

- Conditionnement et préparation au transport des GV (depuis les BEGV)
- Opérations de transport multimodal
- Opérations de découpe

En cas d'indisponibilité du Technocentre en France à l'échéance de traitement de ces GV, que ce soit pour des raisons techniques ou d'autorisations réglementaires, la filière existante de découpe et fusion chez Cyclife Sweden constituera la solution de repli.

Concernant le planning prévisionnel d'envoi des GV de démantèlement vers le futur Technocentre, ceux-ci seront extraits des BR des 2 tranches à partir de 2025 pour être entreposés en BEGV libérés des anciens GV usés. Ils seront ensuite acheminés vers le Technocentre après la Mise en Service (MSI) de cette installation et l'obtention des autorisations inhérentes à leur acheminement depuis les BEGV vers celui-ci. Pour le planning détaillé de conception et de création du Technocentre, les étapes majeures définies à date sont les suivantes :

- Etudes d'avant-projet Sommaire en cours et Etudes d'avant-projet Détaillée avec localisation du site à suivre entre 2021 et mi 2023
- Phase règlementaire associée au Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DDAE) jusqu'en 2025
- Décision d'investissement du Technocentre en 2025 assujettie à l'obtention du DDAE et permis de construire ainsi qu'à une évolution favorable sur la libération des métaux considérés dans cette installation (évolution du code de la santé publique et Arrêté de demande de sortie du statut de déchet nucléaire)
- Phase de construction et mise en service du Technocentre entre 2025 et 2030 avec des dates de Mise en Service Industrielle selon les modules :
    - Module entreposage : MSI mi 2027
    - Module décontamination et découpe : MSI début 2029
    - Module Fusion : MSI début 2030

Des informations complémentaires sont disponibles en ANNEXE 9.

3.6. INNOVATION, RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT

Les technologies pour les opérations de démantèlement d'un réacteur de type REP sont aujourd'hui globalement matures. Une veille est assurée pour identifier, analyser et intégrer les innovations technologiques faisant jour au cours de la vie du projet.

A ce stade, l'utilisation des nouvelles technologies numériques a déjà été retenue et permettra d'optimiser la conception des opérations et leur réalisation sur site.

Ainsi un outil de gestion de données techniques intégré, le Dismantling Information Model (DIM) par analogie avec la solution Building Information Model (BIM) utilisée avec succès dans le secteur du BTP, sera mis en œuvre pour la première fois pour le démantèlement de Fessenheim avec pour finalité de :

- acquérir, gérer et pérenniser l'ensemble des données techniques nécessaires à la déconstruction des installations ;
- concevoir de façon itérative un scénario de démantèlement optimal ;
- consulter, échanger et innover avec les Parties Prenantes (prestataires, public …).

Pour cela une acquisition numérique des principales zones de l'installation sera menée par procédé de relevés scanner laser et photogrammétrique 360° et les données seront structurées dans un outil intégré comprenant :

- une maquette 3D et une base de donnée structurées pour la gestion des objets à démonter, découper et évacuer et leurs attributs techniques (identification, dimensions, masse, débit de dose, radionucléides, etc.) ;
- un simulateur pour explorer les scénarios possibles et les optimiser : choix des filières déchets, réduction du volume de déchets produit vers certaines filières, flux de déchets et évacuation, délai, coût et dosimétrie collective associés aux opérations ;
- des outils de Réalité Virtuelle / Réalité Augmentée pour préparer les chantiers les plus délicats.

L'outil DIM sera développé en partenariat avec le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA).

3.7. CARACTERISATIONS A REALISER[9]

La caractérisation comprend trois phases distinctes : une phase de caractérisation des matériels électromécaniques correspondant au démantèlement des matériels, une phase de caractérisation des structures pour l'assainissement et une phase de caractérisation des sols pour leur réhabilitation.

La caractérisation radiologique, mentionnée au § 3.5.3 consiste à réaliser un ensemble d'actions lors de chacune des phases, permettant de définir un spectre de répartition des radionucléides en présence (^{60}Co, ^{63}Ni, ^{241}Am…) et de définir leur niveau d'activité (en Bq/g, Bq/cm^2…).

L'activité des structures sous flux neutronique est déterminée au moyen de calculs d'activation réalisés avec des codes de propagation de neutrons et d'évolution de bilan matière qualifiés. Une comparaison calculs/mesures est ensuite réalisée à partir d'analyses menées en laboratoire sur des échantillons prélevés sur ces structures.

Concernant la contamination des matériels électromécaniques, structures et sols, la caractérisation comprend :

- des mesures directes de débit de dose ou par spectrométrie gamma. Ces mesures permettent de définir un niveau d'activité en radionucléides émetteurs gamma comme le ^{60}Co principalement ;
- la réalisation de prélèvements destructifs dans la masse comme des carottages et des grattages sur les structures fonctionnellement contaminées[10] (en surface ou dans la masse). Les échantillons ainsi réalisés sont ensuite analysés en laboratoire. Ces analyses permettent de déterminer la répartition d'activité des différents radionucléides présents ;
- la réalisation de frottis sur les structures non fonctionnellement contaminées. L'analyse en laboratoire de ces frottis permet de définir le spectre de contamination surfacique des structures en air.

La caractérisation des matériels électromécaniques est identifiée dans les activités de PDEM au § 4.1.2.

[9] en lien avec la démonstration mentionnée à l'art. L.593-7 du code de l'environnement

[10] Une structure est dit fonctionnellement contaminée si la contamination est issue du fonctionnement normal de l'INB. Exemple : l'intérieur d'une tuyauterie véhiculant du fluide primaire

3.8. GESTION DU COMBUSTIBLE PRESENT APRES L'ARRET

Durant la phase de PDEM, l'ensemble des assemblages combustible sera évacué vers l'installation de La Hague exploitée par ORANO. Des autorisations spécifiques seront nécessaires pour l'évacuation de certains assemblages dits « à particularité »[11]. Cette activité est une activité majeure de la phase de PDEM. Elle est détaillée sous l'aspect technique en ANNEXE 5, et est abordée dans les § 2.3 et § 4.1.

[11] Assemblages dits « à particularité » : assemblage nécessitant une intervention ou une instruction particulière avant évacuation du site

4. DEROULEMENT DU DEMANTELEMENT

4.1. OPERATIONS PREPARATOIRES ET ETAT INITIAL DE DEMANTELEMENT

Ce paragraphe présente l'ensemble des éléments d'explication de la période de PDEM, et en particulier les points suivants :

- § 4.1.1 : Principe d'établissement de la liste des activités de PDEM et de l'état initial de démantèlement
- § 4.1.2 : liste des opérations réalisées en PDEM pour atteindre l'état initial de démantèlement
- § 4.1.3 : calendrier des activités de PDEM
- § 4.1.4 : Approche réglementaire des activités de PDEM
- § 4.1.5 : Présentation générale de l'état initial de démantèlement

4.1.1. PRINCIPES D'ETABLISSEMENT DE LA LISTE DES ACTIVITES DE PDEM ET DE L'ETAT INTIAL DE DEMANTELEMENT

Ce paragraphe précise le mode de sélection des activités de PDEM ainsi que la méthode de prise en compte de l'activité dans le dossier de démantèlement. La séquence d'analyse des activités de PDEM est la suivante :

- L'identification des objectifs pour les activités de PDEM
- L'analyse de la capacité à faire l'activité en PDEM
- Le choix de mode de prise en compte dans le dossier, en particulier quand la réalisation de l'activité de PDEM n'est pas garantie
- L'établissement de l'état initial de démantèlement en découlant

Les activités de PDEM ont pour objectifs de :

- Réduire les risques et inconvénients présents sur l'installation, à un niveau aussi bas que raisonnablement possible.
- Caractériser l'installation.
- Préparer les opérations de DEM : préparer les chantiers, les accès, les équipements pour une cinématique déchets optimisée, libérer de la place dans les locaux.

- Maitriser le planning global de démantèlement en atteignant de l'état initial.
- Adapter les fonctions support aux besoins des opérations de démantèlement (distribution électrique, ventilation, moyens de manutention…).
- Bénéficier des compétences et connaissances de site pour les activités proches de l'exploitation.
- Rejoindre un état prêt au démantèlement des circuits et équipements.

La capacité à réaliser les activités durant la période de PDEM dépend de :

- L'état physique de l'installation, c'est-à-dire l'accessibilité physique (pour des mesures par exemple),
- La réglementation : pas de modification substantielle de l'installation,
- La durée nécessaire pour réaliser l'activité, de la phase ingénierie / réglementation à la phase travaux, sur la durée prévue de PDEM, soit 5 ans approximativement

Le choix du mode de prise en compte de l'activité dans le dossier de démantèlement

Le présent paragraphe couvre les différents cas de figure pour les activités de PDEM :

- Activité (dite A1) structurante en matière de protection des intérêts et de réduction des risques et à faible risque de glissement. Activité non couverte dans le dossier de démantèlement, elle doit être terminée pour atteindre l'état initial.

- Activité (dite A2) structurante au bon enclenchement des premières activités sur le chemin critique de DEM, elle concourt à la maitrise de la durée globale de démantèlement.

- Activité (dite B) engagée en PDEM et dont la capacité à être terminée complètement n'est pas certaine. La configuration de l'installation à la fin d'activité est prise en compte et donc couverte dans le dossier de démantèlement (démonstration enveloppe). La fin des activités sur la période de démantèlement fera l'objet d'une analyse de risque et du cadre réglementaire en démantèlement, au cas par cas. Il n'est pas attendu de remise en cause significative de la démonstration de maîtrise des risques et inconvénients pour ces fins d'activités. L'avancement de l'activité à l'état initial sera dit partiel et son avancement en PDEM reflètera le besoin d'avancement du programme industriel.

- Activité (dite C) dont l'achèvement n'est pas requis réglementairement en PDEM et qui est sans impact sur la démonstration de maitrise des risques et inconvénients. Elle concourt à la bonne réalisation et au dérisquage du programme industriel de PDEM et de DEM – L'avancement de l'activité à l'état initial est dit partiel (tel qu'attendu au planning), au titre du bon déroulement du programme industriel de PREDEM. Les enjeux portés par ces activités relèvent de la maitrise de la propreté radiologique, de la dosimétrie, du planning sous-critique et plus généralement de la sécurisation de tous les objectifs du projet de démantèlement.

4.1.2. OPERATIONS DE PREPARATION AU DEMANTELEMENT (OPDEM)

Ce paragraphe détaille les principales activités de PDEM. Elles sont classées par :

- typologie / finalité,
- catégorie A1/A2/B/C de prise en compte dans le dossier de démantèlement

L'état initial attendu pour chaque activité est ainsi précisé.

Les activités sont classées selon la typologie suivante

- Préparation des opérations de démantèlement et de la cinématique d'évacuation des déchets,
- Caractérisation de l'installation,
- Modification, adaptation ou rénovation des utilités et fonctions supports
- Diminution des risques et évacuation des substances dangereuses,
- Autres activités traitées pendant la phase temporelle de PDEM et relevant d'autres finalités.

Nota : Les informations relatives aux activités de PDEM sont rassemblées dans la présente section à l'exception des activités suivantes pour lesquelles des détails complémentaires sont fournis dans d'autres sections du courant document.

- Evacuation du combustible usé en ANNEXE 5
- Décontamination du circuit primaire et des circuits connectés en ANNEXE 6
- Augmentation des capacités de stockage de résines en ANNEXE 7
- Aménagement de la salle des machines en IDT en ANNEXE 8
- Evacuation des GV usés détaillée au § 3.5.4 et en ANNEXE 9

Préparation des opérations de démantèlement et de la cinématique d'évacuation des déchets

Les activités de préparation au démantèlement et liées à la cinématique des déchets de qui seront réalisées en PDEM sont les suivantes :

- **OPDEM n°PDFS0018 - Mise en place des moyens de manutention GV en et hors BR**
  - **Cat** A2 - **Avancement à l'état Initial** : Partiel –
  - **Détails** : expertise du pont polaire en PDEM puis ultérieurement mise en place des moyens de manutention pour la dépose des GV en et hors BR:
    - installation d'une plate-forme de levage sur le pont polaire
    - installation d'un portique de manutention devant les verrues BR

- **OPDEM n°PDFS0019 - Mise en place des platelages piscines BR**
  - **Cat** : A2 – **Avancement à l'état initial** : Terminée
  - **Détails**: permet de mettre en place l'espace de travail dans le BR en vue de l'installation des moyens de manutention GV pour la dépose des GV ; assure aussi la protection de la piscine BR

- **OPDEM n°PDFS0023 - Piscines réacteur en état final de P-DEM**
  - **Cat :** C **– Avancement à l'état initial :** Partiel

- **Détails :** décontamination des parois et retrait des structures de fond de piscine pour atteinte d'un état de propreté radiologique optimale**.**
- **Objectif :** propreté radiologique

- **OPDEM n°PDFS0011 - Aménagement des cinématiques personnels et déchets dans le BR**
  - **Cat** C - **Avancement à l'état initial** : Partiel
  - **Détails** : installation d'un monte-charge, d'un nouvel ascenseur et d'un ensemble lorry/structure sur le plancher de service pour optimiser les circulations de personnel et des déchets
  - **Objectif** : maîtrise du planning sous-critique

- **OPDEM n°PDFS0017 - Dépose des interférences mécaniques,**
  - **Cat** A2 – **Avancement à l'état initial** : Terminée (sauf dépose filtre EAS/RIS, non critique)
  - **Détail** : Dépose et évacuation des matériels (démontés et entreposés en BR au moment de l'ouverture cuve et n'ayant plus vocation à être remontés dans le cas de l'arrêt définitif) : chevalet support, dalle anti-missiles, gaines RRM, anneau Néo-bore, passerelle à câbles, stand de couvercle de cuve après FSD, goujons de cuve, etc. Dépose du Tampon Matériel BR 0m (TAM) et son évacuation hors BR ; Démontage / évacuation / conditionnement des filtres de recirculation EAS/RIS de l'espace annulaire BR (-3m50).etc.

- **OPDEM n°PDFS0006 - Remplacement du Tampon Matériel BR (TAM)**
  - **Cat** C – **Avancement à l'état initial** : Partiel
  - **Détails** : Mise en place d'une porte sectionnelle facilement manœuvrable recréant l'intégrité BR après dépose du TAM (affaire n°PDFS0017).
  - **Objectif** : maîtrise du planning sous-critique

- **OPDEM n°PDFS0009 - Création IDT TFA FAMA MAVL en Salle des Machines**
  - **Cat** B – **Avancement à l'état initial** : Partiel (la mise en service sera réalisée en démantèlement)
  - **Détails** : Réaménagement des salles des machines en IDT (voir aussi ANNEXE 8), comprenant les étapes suivantes : diagnostics amiante avant travaux et désamiantage potentiel suite au diagnostic, évacuation des matériels électromécaniques situés au niveau supérieur à 15m de la Salle des Machines et enfin aménagement de 3 zones de transit et de gestion de déchets :
    - TFA FAMA au niveau 15m avec renforcement des structures,
    - TFA FAMA pour les gros composants dans la travée au niveau 0m SDM
    - FAMA MAVL dans l'atelier mécanique niveau 0m,

- **Evacuation des GV déposés en exploitation**
  - **Cat** A2 – **Avancement à l'état initial** : Terminée
  - **Détail** : actuellement entreposés dans les BEGV l'évacuation permettra l'entreposage des GV issus de démantèlement et ainsi d'éviter de construire de nouveaux BEGV (voir détails complémentaires au § 3.5.4.2)

- **OPDEM n°PDFS0020 - Décalorifugeage des circuits du BR**
  - **Cat**. C – **Avancement à l'état initial** : Partiel
  - **Détails** : Dépose des calorifuges des circuits mis hors service dans le BR
  - **Objectif** : maîtrise du planning sous-critique

Caractérisation de l'installation

Les activités de caractérisation de l'installation qui seront réalisées en PDEM sont les suivantes

- **OPDEM n°PDFS0024 – Numérisation des bâtiments**
  - **Cat** : C- **Avancement à l'état initial** : Terminé
  - **Détail** : collecte des données descriptives de l'installation : relevés lasergrammétriques et photographiques panoramiques des BR, BK, BW et du BAN, pour alimenter un outil de visite virtuelle et constituer des maquettes CAO 3D
  - **Objectif** : connaissance de l'installation

- **OPDEM n°PDFS0015 - Diagnostic Amiante BR, BAN, BK, BW**
  - **Cat**. C – **Avancement à l'état Initial** : Partiel
  - **Détail** : Diagnostic et repérage amiante et fibres céramiques réfractaires effectué avant travaux de chaque bâtiment pour améliorer le périmètre de la prescription de démantèlement.
  - **Objectif** : respect de la réglementation

- **OPDEM n°PDFS0013 - Caractérisation de la contamination des circuits**
  - **Cat** : C – **Avancement à l'état initial** : Partiel
  - **Détail** : Mesures de débits de dose pour caractérisation des équipements et locaux. . Ces mesures viennent compléter celles réalisées de manière systématique lors de l'exploitation. Le plan de caractérisation par mesure de débit de dose de chaque système est défini à partir de l'étude de ses fonctionnalités. Les résultats de mesure sont ensuite utilisés pour définir un niveau de contamination. Des prélèvements dans les équipements électromécaniques de circuits (autres que sur les internes de cuve) auront aussi lieu. Les analyses réalisées sur les échantillons prélevés sur les structures contaminées ou activées permettent d'accéder au niveau d'activité des radioéléments qui ne sont pas détectables par mesures de débits de dose comme le 63Ni. Les systèmes ayant véhiculé du fluide contaminé et mis à l'arrêt définitivement feront l'objet de prélèvements pour analyses. Les éprouvettes d'irradiation de cuve feront également l'objet d'analyses. Les prélèvements sont effectués sur les circuits arrêtés définitivement, ce qui n'est pas le cas pour tous les circuits en fin de PDEM.
  - **Objectif** : sécurisation du démantèlement

- **OPDEM n°PDFSS0012 - Prélèvements dans les internes de cuve**
  - **Cat** A2 – **Avancement à l'état initial** : Terminé
  - **Détail** : Les analyses réalisées sur les échantillons prélevés sur les structures activées permettent d'accéder au niveau d'activité des radioéléments qui ne sont pas

détectables par mesures de débits de dose comme le 63Ni... L'activité sera réalisée pendant la phase de mise à l'arrêt définitif des tranches.

- **OPDEM n°PDFS0014 - Réalisation de prélèvements d'échantillons de calorifuges sur cuve**
  - **Cat** C – **Avancement à l'état initial** : Partiel
  - **Détail** : la réalisation se fait par le puits de cuve et permet de conforter le scénario de démantèlement. Des échantillons de calorifuge seront envoyés en laboratoire pour analyse pour valider les ratios12. L'autre objectif est de vérifier en fond de cuve et sous les tubulures primaires que le calorifuge ne s'est pas collé à la cuve car le scénario de démantèlement envisage de soulever la cuve en laissant le calorifuge dans le puits de cuve.
  - **Objectif** : sécurisation du scénario de démantèlement

Modification, adaptation ou rénovation des utilités et fonctions supports :

Les activités relatives aux utilités et fonctions support qui seront réalisées en PDEM sont les suivantes :

- **OPDEM n°PDFS0004 Adaptation de l'alimentation électrique du site et n°PDFS0003 Simplification de la distribution électrique**
  - **Cat** B – **Avancement à l'état initial** Partiel
  - **Détail** : L'objectif est d'adapter l'alimentation et la distribution électrique du site au besoin du démantèlement.

    Concernant l'alimentation externe du site, l'objectif de la modification est de ne conserver que l'alimentation 400 kV depuis le poste source de MULBACH (réseau RTE) et la ligne 20 kV existante depuis le réseau local de distribution (VIALIS). Le basculement de l'alimentation électrique se fera en démantèlement. La modification de la distribution électrique interne au site consiste à :
    - déplacer les fonctions utiles pour les opérations de démantèlement actuellement présentes dans le bâtiment électrique actuel dans des conteneurs électriques répartis à différents endroits sur le site. Ces conteneurs contiendront le matériel nécessaire à l'adaptation des niveaux de tension aux besoins des opérations de démantèlement ainsi que des fonctions de contrôle-commande associées.
    - abandonner les fonctions présentes dans le bâtiment électrique actuel qui ne sont plus utiles aux opérations de démantèlement.

    Cette approche permet notamment, en abandonnant la distribution électrique d'origine au profit d'une nouvelle distribution, limitée au besoin du démantèlement :
    - de diminuer le risque électrique lors des opérations de démantèlement, en permettant d'identifier sans ambiguïté les câbles restés sous tension,

[12] Le ratio est la proportion d'activité d'un radionucléide difficilement mesurable (ex : ^{63}Ni) par rapport à celle d'un radionucléide facilement mesurable (ex : ^{60}Co). Grâce à ce ratio, la mesure du seul radionucléide facilement mesurable permet de déterminer l'activité du radionucléide difficilement mesurable

- de réduire à la source le risque d' incendie (suppression des sources d' ignition comme par exemple les armoires électriques, les sources de tension électrique).

- **OPDEM n°PDFS0005 - Adaptation de la ventilation en fonction des besoins du scénario de démantèlement**
  - **Cat** B – **Avancement à l'état initial** : Partiel
  - **Détail** : Cette modification consiste à mettre à disposition des débits de ventilation nécessaires aux futurs chantiers de démantèlement. Pour cela, dans les bâtiments de l'ilôt nucléaire, un réseau de gaines supplémentaires sera déployé de façon à avoir des débits d'extraction d'air dans des zones actuellement non desservies par les réseaux de ventilation. Compte-tenu des pertes de charges supplémentaires engendrées, des ventilateurs existants seront remplacés. De façon à rationaliser les moyens de chauffage, les batteries de chauffage alimentées en vapeur seront remplacées en PDEM par des résistances électriques et les pièges à iode seront supprimés en PDEM. La mise en service sera réalisée selon les besoin du planning de démantèlement

- **OPDEM n°PDFS0016 - Salle de supervision et nouveau contrôle-Commande**
  - **Cat** B – **Avancement à l'état initial** : Partiel
  - **Détail** : Création d'une nouvelle salle de supervision d'exploitation des différents process fonctionnels durant la phase de DEM et création d'un nouveau contrôle commande pour traiter les adaptations aux procédés restants en service pendant le démantèlement (ventilation, filtration piscine BK et BR, IDT, détection incendie, etc…)

- **OPDEM n°PDFS0007 - Simplification fonctionnelle des systèmes RPE et TEU**
  - **Cat** C – **Avancement à l'état initial** : Partiel
  - **Détail** : Le système RPE est utilisé pour la collecte des effluents liquides et gazeux produits par l'installation lors de son fonctionnement. Le système TEU assure le stockage et le traitement de ces effluents liquides et permet leur rejet dans l'environnement selon les modalités et limites réglementaires.

    Pendant la phase de démantèlement, les effluents produits par l'installation seront beaucoup moins importants que pendant la phase de production d'électricité.

    D'autre part, le système RPE étant très ramifié, la présence d'un grand nombre de tuyauteries dans les différents locaux de l'îlot nucléaire contraint fortement le démantèlement.

    La modification du système RPE va donc consister à rationaliser le réseau RPE aux stricts besoins du démantèlement. Parmi les modifications réalisées, les liaisons entre les puisards de collecte du système RPE et le système de traitement de ces effluents (système TEU) vont être supprimées. Le transfert des effluents entre les systèmes RPE et TEU sera réalisé en démantèlement par des citernes mobiles. Le système RPE va ainsi être adapté pour permettre le remplissage de ces citernes mobiles et le système TEU sera adapté pour permettre la vidange de ces citernes mobiles dans les capacités de stockage existantes.
  - **Objectif** : optimisation fonction support

- **OPDEM n°PDFS0010 - Ligne rejets TEU vers ouvrage rejet**

- **Cat** B – **Avancement à l'état initial** : Partiel (terminée sauf mise en service en DEM)
- **Détail** : L'adaptation concerne le circuit de rejet des effluents liquides En période de production d'électricité, des effluents liquides sont rejetés dans le Grand Canal d'Alsace via le circuit de refroidissement de la turbine.

  Les besoins de refroidissement de la turbine n'existent plus en démantèlement et ce circuit est largement surdimensionné pour les besoins de rejets des effluents liquides.

  Pour permettre les rejets pendant la période de démantèlement, une nouvelle portion de circuit sera créée pour relier les bâches de stockage avant rejet à l'émissaire de rejet existant. Cette nouvelle portion de circuit sera installée à l'intérieur des galeries de rejets qui étaient utilisées en période de production d'électricité.

- **OPDEM n°PDFS0008 - Système mobile de traitement d'eau BK**
  - **Cat** A2 – **Avancement à l'état initial** : Terminé
  - **Détail** : Création d'un système mobile de traitement de l'eau de la piscine BK conservée permettant la mise à l'arrêt définitif de PTR BK. Ce dispositif doit être disponible en fin de P-DEM pour l'entreposage sous eau des Déchets Activés d'Exploitation.

<u>Diminution des risques et évacuation des substances dangereuses</u> :

Chacune des activités listées ci-dessus participe à l'évacuation d'une substance dangereuse. Elle est réalisée au plus tôt et contribue à la diminution des risques et inconvénients en démantèlement.

- **Evacuation du combustible usé et des assemblages de réserve (combustible neuf)**
  - **Cat** A1 – **Avancement à l'état initial** : Terminée
  - **Détail** : voir ANNEXE 5

- **Évacuation des déchets d'exploitation** en fonction du risque et de la disponibilité des agréments (lorsque nécessaire)-
  - **Cat** C – **Avancement à l'état initial** : Partiel
  - **Objectif** : sécurisation du planning de démantèlement

- **Evacuation des fluides dangereux**
  - **Cat** B – **Avancement à l'état initial** : Partiel
  - **Détail** : fluides inutiles suite à l'arrêt de fonctionnement : fyrquel, huiles, parc à gaz, etc

- **Optimisation physico-chimique de la mise à l'arrêt**
  - **Cat** A2 – **Avancement à l'état initial** : Terminée
  - **Détail** : oxygénation et purification effectuée à la mise à l'arrêt de la tranche

- **OPDEM n°PDFS0002 - Décontamination circuits RCP/RRA/RCV/REN et n°PDFS0001 - Augmentation capacité d'entreposage temporaire TES**
  - **Cat** A1 – **Avancement à l'état initial** : Terminées

- **Détail** : Décontamination chimique du circuit primaire principal (CPP) et d'une partie de certains circuits connectés, en vue d'optimiser notamment la radioprotection du personnel intervenant en phase de démantèlement (activité aussi appelée Full System Decontamination – FSD présentée en ANNEXE 6). Les résines produites à l'occasion de cette décontamination sont entreposées sur site pour décroissance (ceci nécessite d'augmenter la capacité de gestion des résines du système actuel TES) avant traitement pendant la phase de DEM. (Voir ANNEXE 7 pour plus de détails)

- **OPDEM n°PDFS0025 - Mise Hors Service/Exploitation Définitive des circuits (MHSD/MHED)**
  - **Détail** : Mise Hors Service Définitive (MHSD) des systèmes non nécessaires en P-DEM et DEM et atteinte de l'état prêt à la DEC permettant de réaliser les travaux de démantèlement sans régime de consignation :
    - **Première phase** : Mise Hors Exploitation Définitive (MHED) des systèmes élémentaires non requis (au sens de la sûreté) et sans rôle fonctionnel en phase de DEM –
    - **Cat** A2 – **Avancement à l'état initial** : Terminée
    - **Deuxième phase** : opérations intrusives MHSD sur les systèmes garantissant les conditions d'intervention (exemples : perçage d'une capacité pour non-retour en pression, pose fond plein matérialisant l'absence de fluide)
    - **Cat** B – **Avancement à l'état initial** : Partiel

- **OPDEM n°PDFS0021 - Dépose des Doigts de Gant RIC**
  - **Cat** A2 – **Avancement à l'état initial** : Terminée
  - **Détail** : Découpe et conditionnement des doigts de gants RIC en étui puis entreposage en piscine BK avant évacuation vers la filière ad hoc Cette opération est réalisée lors de la mise à l'arrêt définitif des tranches.

- **OPDEM n°PDFS0022 – Derackage piscines BK**
  - **Cat** C - **Avancement à l'état initial** : Partiel
  - **Détail** : Evacuation des racks à combustible des piscines BK afin de permettre la vidange complète des piscines de désactivation du combustible
  - **Objectif** : radioprotection (évacuation avec vidange de l'eau servant de barrière biologique)

- **Evacuation des Déchets Activés d'Exploitation (DAE)**
  - **Cat** A2 – **Avancement à l'état initial** : partiel (sauf le transfert inter BK qui doit être terminé)
  - **Détail** : transfert vers ICEDA selon la disponibilité des agréments transport et regroupement dans le bâtiment combustible de la tranche 2.

Déchets Activés d'Exploitation (DAE) :

Déchets issus d'équipements qui ont séjournés en cuve sous flux d'irradiation lors des 40 ans d'exploitation, ils sont entreposés sous eau dans les 2 piscines BK ce sont les crayons poisons, absorbants, bouchon ; têtes de grappes ; grappes de commande ; doigts de gant RIC ; …)..

- **Evacuation du bore**
  - **Cat** B– **Avancement à l'état initial** : Partiel.

- **Détail** : Traitement de l'acide borique présent dans les circuits et réservoirs, en fonction de la mise à l'arrêt des circuits, piscines et de leur vidange Cette opération est réalisée par les moyens existants d'exploitation et selon la réglementation en vigueur relative aux rejets. Les solutions de gestion de l'eau borée résiduelle en démantèlement seront pour partie l'envoi à CENTRACO pour incinération en tant que déchets liquides et pour partie le rejet liquide selon la réglementation en vigueur.

Autres activités traitées pendant la phase temporelle de PDEM :

La répartition ci-après est présentée selon le lotissement du projet PREDEM comme détaillé au § 4.10.2 :

- « Essais UNIE »
  - Essais UNIE pour Durée De Fonctionnement (DDF) Parc
  - Prélèvements UNIE pour DDF Parc

- « Pièces de rechange » (PDR)
  - Récupération des PDR froides et froides

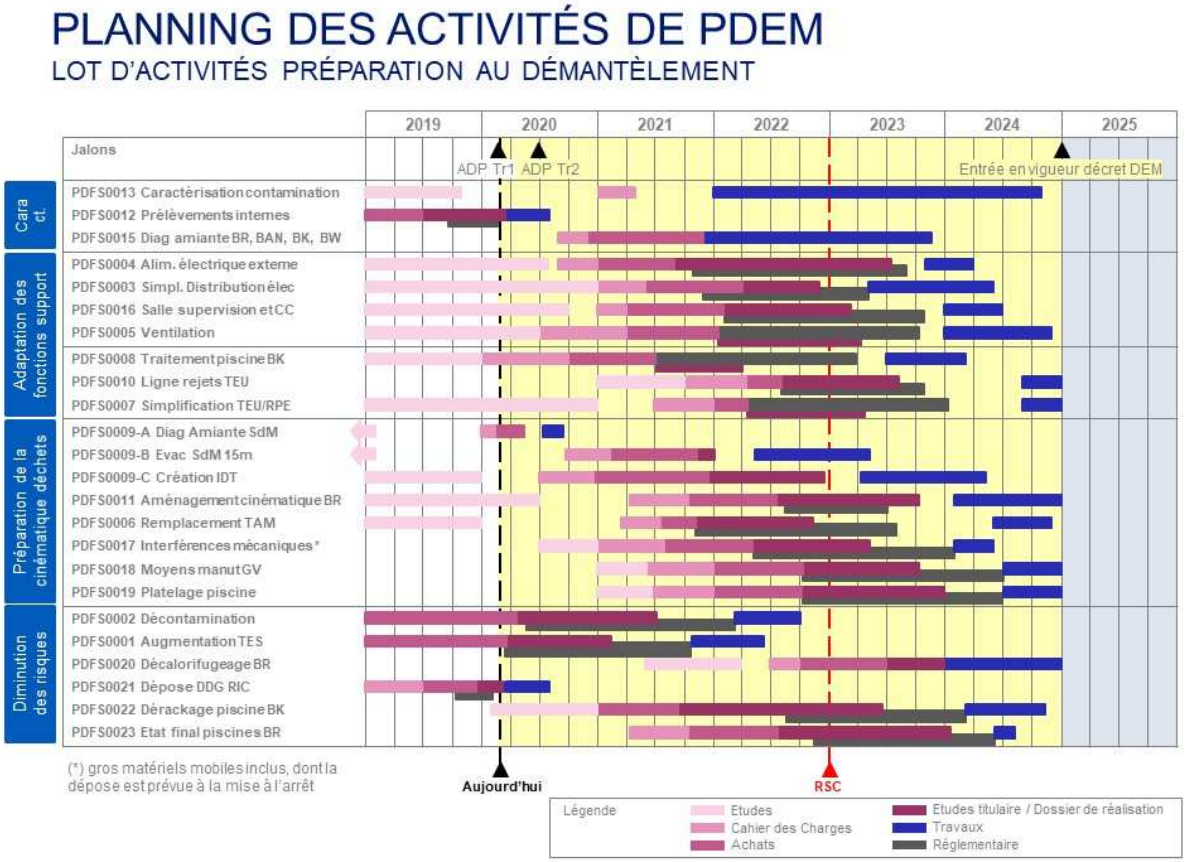
- Solde des modifications Ingénierie du Parc en Exploitation

Périmètre «Modifications IPE»	Catégorie	Statut état initial
PNPE0331 - Protection foudre [PIT] – RP4	A1	Terminée
PNPE0116 – Mini DUS [PIT]	C	Terminée
PNPP0714 – SEu FES [?]	C	Terminée
PNPP0549 – MES d'un AC [VDreal]	C	Terminée
END organes de guidage FES1 [CIN]	C	Terminée
Confinement liquide [Chimie Enviro]	A1	Terminée
PNPP0837 (RLIA phase 2) [Perf Parc]	C	Terminée
PNPP0214 (secto de sécurité) [MRI]	A1	Terminée
PNPP0304 (secto de sécurité) [MRI]	A1	Terminée
PNPP0196 (rénov JDT) [MRI]	A1	Terminée
PNPP0896 – Tuy. enterrées JPD (GC	C	Terminée
Programme Sécuritaire	C	Terminée
Essais IRSN VD4 900	C	Terminée

4.1.3. CALENDRIER DES ACTIVITES DE PDEM

Ce paragraphe présente

- Le planning directeur global de la phase de préparation au démantèlement (version non définitive) donnant la vision selon la structure organisationnelle par lot du projet PREDEM (voir § 4.10.2). Dans ce planning, une tâche est consacrée aux OPDEM,
- Le planning dédié pour des OPDEM : n'apparaissent donc pas le solde des modifications liées au fonctionnement, le retrait des pièces de rechange et les essais UNIE liés à la durée de fonctionnement.



4.1.4. APPROCHE REGLEMENTAIRE DES ACTIVITES DE PDEM

Les opérations menées préalablement au démantèlement visant à réduire les risques ou inconvénients pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 sont analysées au regard de l'autorisation mentionnée à l'article L. 593-7 et aux prescriptions prises en application de l'article L. 593-10 ou des procédures de modification mentionnées aux sections 7 et 8 du chapitre III du titre IX du livre V du code de l'environnement.

Toutes les activités induisant une modification matérielle ou de la documentation de référence suivront le processus de gestion d'une modification, identifiant la procédure applicable (modification substantielle ou non, modification notable ou non, modification redevable d'une autre procédure. Le processus prendra donc en compte la Décision ASN relatives aux modifications notables [11] ainsi que les évolutions de référentiels portées par le 4ème réexamen périodique.

Le processus d'ingénierie est séquencé en fonction des études, des besoins d'achat, de la date de réalisation et des besoins réglementaires : ainsi, l'analyse du cadre réglementaire pour toutes les activités de PDEM, s'étendant jusqu'à fin 2024, n'est pas disponible dès 2020. Le calendrier présenté au § 4.1.3 montre les phases de travail réglementaire pour chaque activité, qui si besoin conduisent à une déclaration avant travaux ou à une demande d'autorisation 12 mois avant travaux. Ces déclarations ou demandes d'autorisation s'échelonnent de 2020 à 2024.

Des activités font d'ores et déjà l'objet de dossier réglementaire transmis :

- la demande d'autorisation de modification non substantielle au titre de l'article R593-48 pour le fonctionnement en circuit ouvert transmise en décembre 2019
- la déclaration de modification notable au titre de l'article R593-59 du dossier n°PDFS0021 (Retrait des Doigt De Gant RIC) transmise en février 2020
- la déclaration de modification notable au titre de l'article R593-59 du dossier n°PDFS0012 (Prélèvement internes de cuve) transmise en février 2020
- La demande d'autorisation au titre de l'article R593-56 de modification de l'aire AOC transmise en mars 2020 en vue de l'évacuation des GV usés
- La demande d'autorisation au titre de l'article art.26 du décret 2007-1557 du 02/11/2007 modifié, pour la modification du Plan d'Urgence Interne pour la phase pré-démantèlement avec les 2 tranches en RCD - transmise le 7/01/2019 ayant fait l'objet d'un accord le 04/06/2019

Par ailleurs des dossiers réglementaires suivants sont en cours d'élaboration et pourront conduire à une transmission en 2020 et 2021:

- la prise en charge des déchets en fonction de la nature physique et du niveau d'activité des déchets (agréments)
- Les demandes d'autorisation pour le transport, la réception et l'entreposage à la Hague par Orano (cf. ANNEXE 5) pour
    - Un assemblage endommagé tranche 2
    - Un carquois de crayons non étanches sur la tranche 1
- la déclaration de modification notable au titre de l'article R593-59 du dossier n°PDFS0001 « augmentation capacités TES »
- La demande d'autorisation au titre de l'article R593-56 du dossier n°PDFS0002 « décontamination FSD »

Enfin on notera les étapes spécifiques suivantes :

- La demande d'autorisation au titre de l'article R593-56 de l'évolution du domaine de fonctionnement d'ICEDA, afin d'accepter l'ensemble des DAE
- Les demandes d'agréments transport pour les DAE, d'une part vers ICEDA, d'autre part pour le transfert inter-BK
- La séquence réglementaire pour l'évacuation des GV usés est présentée en ANNEXE 9
- Les demandes d'autorisation de modification du PUI en phase RSC puis en phase de démantèlement (cf. § 3.4 et § 4.10.2)

4.1.5. ETAT INITIAL DE DEMANTELEMENT

L'état initial de démantèlement au début des opérations de démantèlement est un état physique et de connaissances de l'installation favorisant l'enclenchement et le déroulement de ces opérations :

Les opérations réalisées pendant la période de PDEM permettent d'atteindre cet état initial. L'état d'avancement de chaque activité à l'état initial de démantèlement a été précisé au § 4.1.2 et n'est pas repris ici.

Potentiel de dangers conventionnels : ce sont les substances dangereuses, les charges calorifiques et les déchets conventionnels.

Etat initial de démantèlement—du terme source radiologique et des potentiels de dangers conventionnels

- Le combustible est évacué du site.
- les résines usées contenant la contamination du circuit primaire retirée lors de la décontamination FSD, sont entreposées dans des réservoirs dans le BAN.
- Une grande partie des déchets d'exploitation et des effluents courants issus de l'exploitation sont évacués du site en respectant les modalités, filières et niveaux autorisés. Seront notamment encore présents en phase de démantèlement les déchets pour lesquels un agrément ne peut être obtenu pendant la durée de PDEM:
- Les DAE sont partiellement évacués vers ICEDA et les DAE restants sont regroupés dans la piscine BK2 pour entreposage sous eau.
- La grande majorité des potentiels de dangers conventionnels est évacuée du site (hydrogène, fuel, huiles…).
- La quantité de bore restante en début de démantèlement est de 16 t au maximum. De l'acide borique peut être présent dans certains circuits, piscines ou réservoirs, cependant la piscine BK1 est vide.

Etat initial de démantèlement des installations : « prêt au démantèlement »

- Les systèmes non-nécessaires aux opérations de démantèlement ou à la surveillance de l'installation une fois la tranche à l'arrêt sont consignés, vidangés, rincés et mis hors exploitation de manière définitive (MHED).
- Le Circuit Primaire Principal (CPP) est consigné, couvercle de cuve posé sur la cuve sans les goujons. Les structures internes sont entreposées dans la cuve, la cuve est en eau à un niveau permettant d'assurer une protection biologique.
- Dans la mesure du possible, les outillages spécifiques à l'exploitation sont évacués du site.
- Les systèmes existants nécessaires aux premières opérations de démantèlement, c'est-à-dire l'évacuation des GV des BR, sont opérationnels. Ils ont fait quand nécessaire l'objet de simplifications, de modifications fonctionnelles ou de remise à niveau afin de les adapter aux besoins du démantèlement. Sont en particulier concernés les systèmes de distribution électrique, ventilation, manutention, gestion de l'eau et des effluents.
- Les équipements pour la cinématique d'évacuation des premiers déchets sont en place afin de pouvoir débuter le démantèlement dès la mise en application du décret notamment les moyens de manutention et l'IDT.
- Les GV usés sont évacués du site.

Enfin, on note aussi les points spécifiques suivants :

- les organisations sont adaptées aux activités de démantèlement (voir aussi § 4.10.3) ; Le PUI (Plan d'Urgence Interne) est adapté à la phase de démantèlement.
- La connaissance de l'installation permettant d'engager le démantèlement est réalisée : elle couvre des inventaires, des diagnostics, des mesures, des prélèvements et l'historique des incidents d'exploitation (§ 4.10.4) ;

4.2. DEFINITION DES ETAPES DU DEMANTELEMENT

Le démantèlement de l'INB n°75 est séquencé en quatre étapes, détaillées ci-après au § 4.4 :

- § 4.4.1 : Etape 1 : le démantèlement électromécanique ;
- § 4.4.2 : Etape 2 : l'assainissement des structures des bâtiments nucléaires;
- § 4.4.3 : Etape 3 : la démolition conventionnelle des bâtiments ;
- § 4.4.4 : Etape 4 : la réhabilitation du site en vue de l'usage futur retenu.

Ces opérations ne peuvent débuter qu'une fois le décret de démantèlement en vigueur.

Ces 4 étapes se succèdent à l'échelle d'un bâtiment. Chaque bâtiment ayant sa propre planification de démantèlement, les étapes se recouvrent donc en partie au niveau de l'INB.

4.3. ECHEANCIER ENVISAGE ET DUREE DES OPERATIONS

Au regard de la réglementation applicable à ce jour, la durée de la phase de PDEM est approximativement de 5 ans à compter du dépôt du dossier de demande de décret de DEM (durée estimée pour la publication et la mise en application du décret de démantèlement).

Une fois le choix du démantèlement immédiat pris (voir § 2.3), la durée du démantèlement est estimée au regard des techniques disponibles, de la réglementation applicable à ce jour et proportionnée aux enjeux, et enfin de la mise en œuvre des leviers d'accélération et de sécurisation du planning.

Estimation de la durée

La durée du projet est construite à partir de la durée des tâches. L'estimation de la durée des tâches est issue :

- Du retour d'expérience (15% du volume total de travail)
- D'une estimation analytique (15%) – décomposition fine des activités
- D'une estimation paramétrique (50%) – utilisation d'un ratio (ex : à partir de la masse de déchets produits),
- A dire d'expert (20%)

Leviers d'accélération

La réduction des risques par le retrait du combustible usé et la réalisation de la décontamination des circuits primaires (FSD) permet d'adapter le niveau des contraintes pour la réalisation des chantiers de démantèlement,

La réalisation d'activités en parallèle quand il n'est pas nécessaire d'effectuer un chantier pilote, permet d'optimiser la durée totale du démantèlement,

Leviers de sécurisation

L'utilisation de techniques et procédés éprouvés par exemple le découpage sous eau et non sous air.

La durée totale optimisée du démantèlement de l'INB n°75 est de l'ordre de 15 ans, à compter de l'entrée en vigueur du décret de démantèlement jusqu'au dépôt du dossier de demande déclassement de l'INB, consécutif à fin des travaux sur l'INB. Une durée sécurisée sera précisée lors du dépôt du dossier de démantèlement

Le chemin critique du démantèlement est présenté ci-dessous et les différentes étapes sont reprises et complétées au §4.4.

1. BR1 : démantèlement électro mécanique des parties suivantes :
    a. enlèvement des GV du BR tranche 1 et préparation de l'atelier au plancher 20m pour la découpe des gros composants,
    b. évacuation des gros composants du BR1 ainsi que des circuits dont le CPP (hormis la cuve),
    c. démantèlement des internes de cuve,
2. BR2 : démantèlement électro mécanique des internes de cuve ; en effet selon la politique industrielle mise en œuvre, il est prévu 12 mois de décalage entre les 2 BR,
3. BAN : fin du traitement des effluents liquides utilisés pour les découpes cuves et internes de cuve, puis mise en configuration des fonctions support (ventilation et distribution électrique) pour l'assainissement du bâtiment,
4. BAN : assainissement et déclassement ; (en amont l'assainissement et le déclassement du BK1 auront servi de chantier pilote)
5. Démolition des bâtiments
6. Phase de réhabilitation des sols
7. Déclassement de l'INB

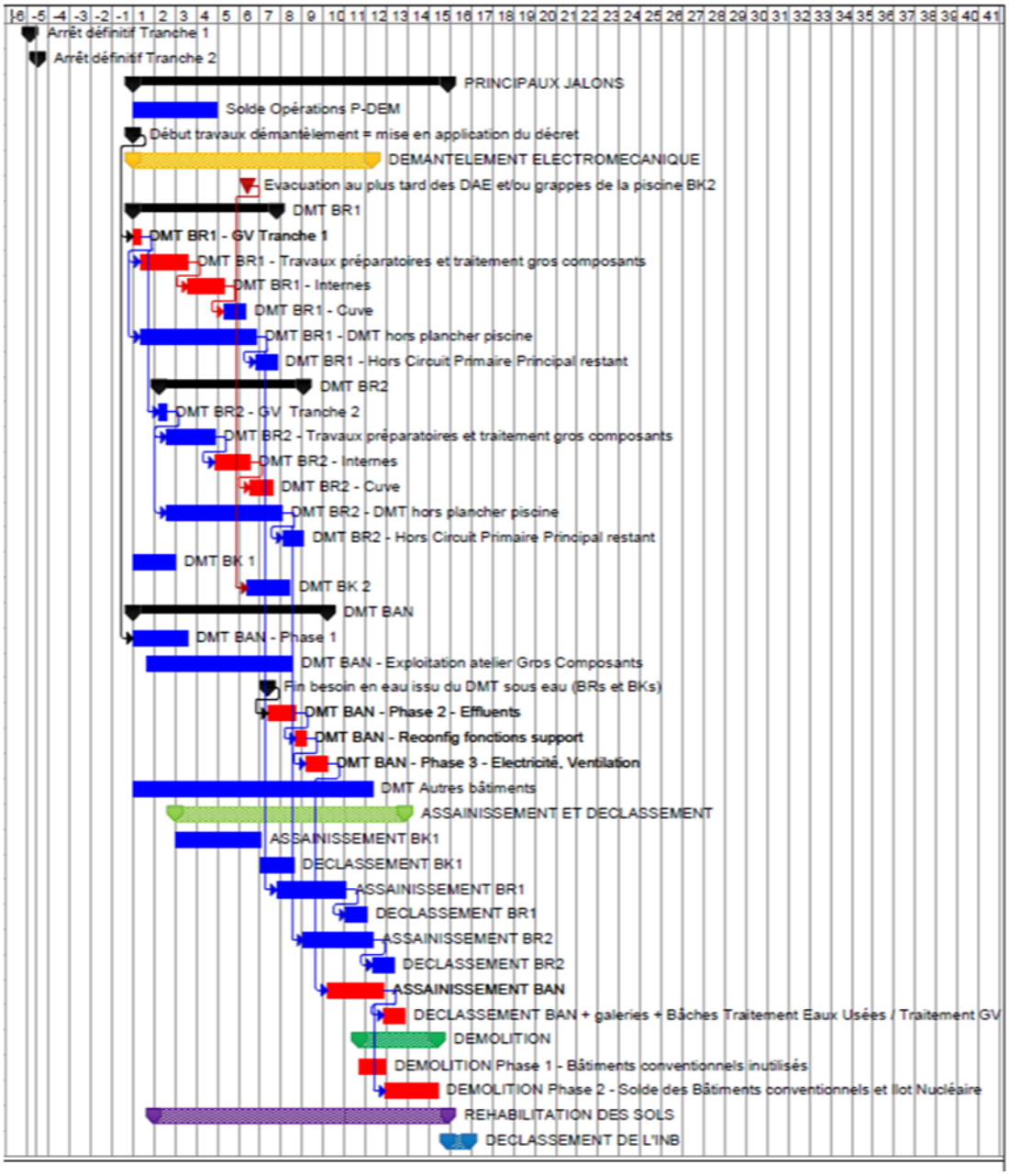


Figure f Planning général du démantèlement de l'INB n°75

4.4. DESCRIPTION DES TRAVAUX PREVUS

4.4.1. ÉTAPE 1 : OPERATIONS DE DEMANTELEMENT ELECTRO-MECANIQUE

4.4.1.1. Travaux préparatoires

Les travaux complémentaires d'aménagement et de préparation de l'environnement de chantier soldent les activités de PDEM. De plus les chantiers sont préparés au fur et à mesure de l'avancement des opérations de démantèlement, en fonction des besoins spécifiques de ces opérations : mise en place de servitudes de chantier (coffrets d'alimentation électrique, confinements de chantier, échafaudage…).

4.4.1.2. Travaux de démantèlement électromécaniques

Ces travaux concernent les bâtiments nucléaires. Ils consistent à déposer (démontage ou découpe) et à conditionner en déchet les équipements électromécaniques présents dans les différents locaux. Ne sont laissés en place à l'issue de cette phase que le génie civil et les éléments de structure du bâtiment, ainsi que les matériels nécessaires au déroulement des travaux d'assainissement (moyens d'accès, fonctions support de type ventilation et éclairage éventuellement après reconfiguration).

Dans chaque bâtiment, les travaux de démantèlement électromécanique se décomposent en grandes opérations.

Pour chaque Bâtiment Réacteur (BR)

Les principales opérations prévues sont les suivantes :

- L'évacuation des générateurs de vapeur.
- L'aménagement d'un atelier « gros composants » pour la découpe ou la préparation d'équipements de grande dimension ne pouvant directement être conditionnés en colis de déchets standards (pressuriseur, pompes primaires (GMPP), échangeurs RRA et RCV, batardeau piscine BR…).
- Le démantèlement des circuits hors CPP (RRA, RCV, RIS, RIC, RRM…).
- Le démantèlement des boucles du CPP (hors cuve).
- La réalisation des aménagements préalables au démantèlement des internes et de la cuve (cellule de conditionnement des déchets et cinématique des déchets).
- Le démantèlement sous eau des internes de cuve puis de la cuve.
- Le démantèlement des derniers équipements présents, dont les fonctions support, en vue de l'assainissement.

Nota :

- Au sein de chaque BR, les activités sont menées en parallèle entre le plancher piscine et les niveaux inférieurs. Cette organisation de la co-activité est rendue possible par l'agencement général du bâtiment, notamment en matière de circulation du personnel et d'évacuation des déchets.
- le retrait du liner de la piscine BR se fera en phase d'assainissement, à l'occasion du retrait du béton activé du puits de cuve.

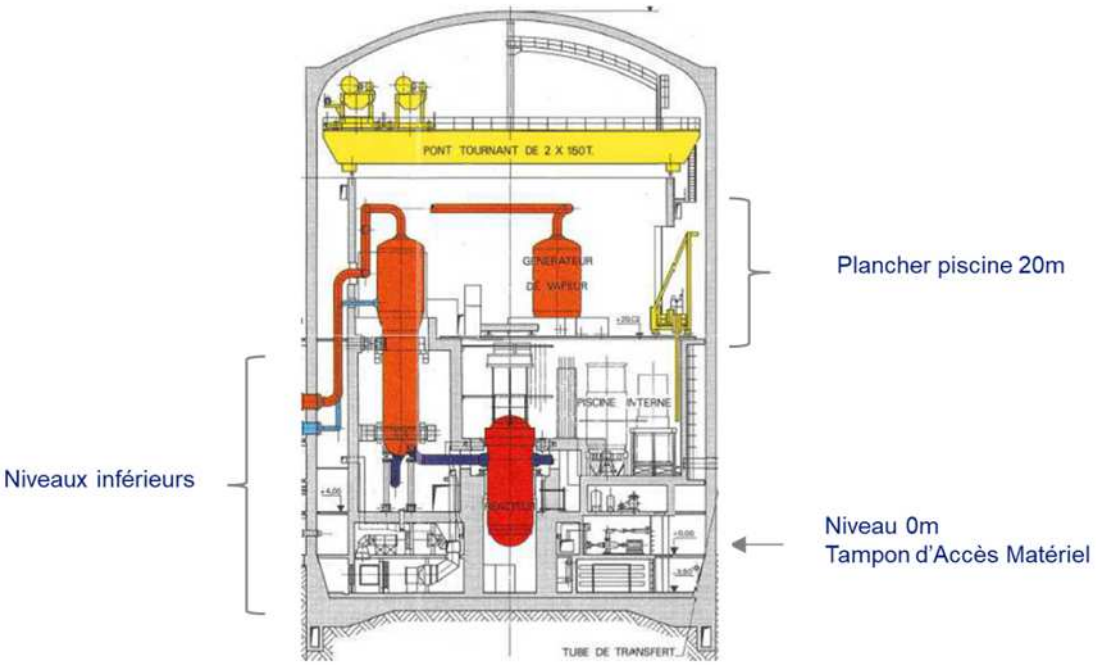
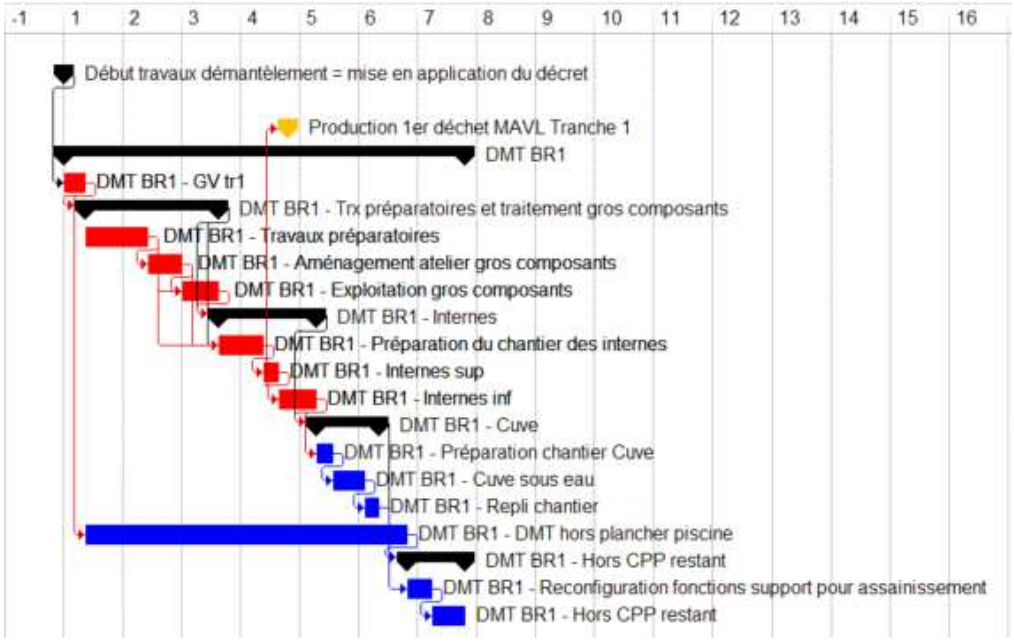
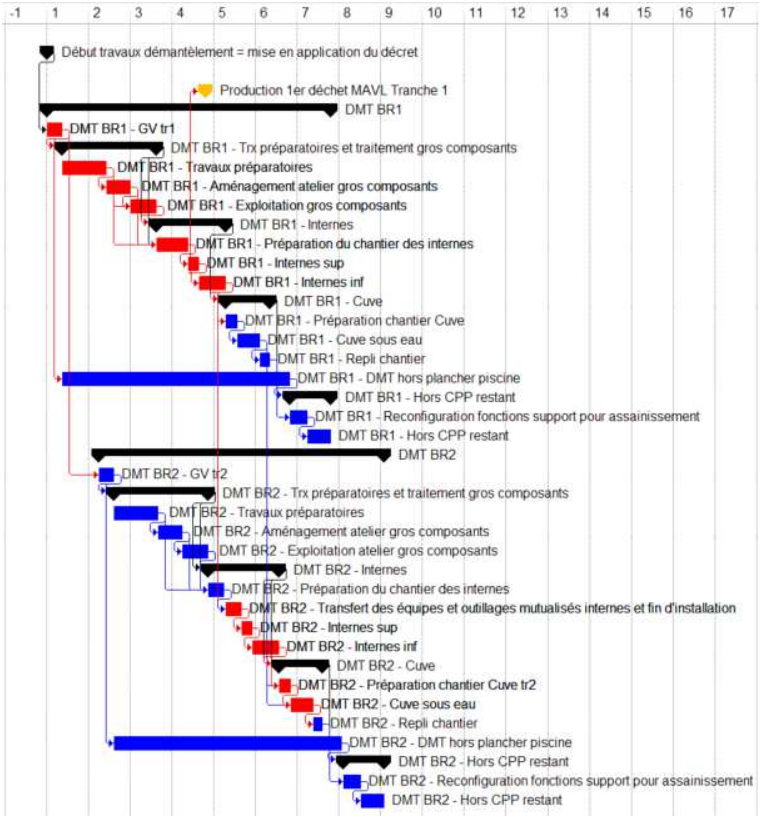


Figure g Coupe verticale du BR

Exemple du BR : la séquence générale des opérations s'établit comme suit :



Dans un objectif d'optimiser la maitrise des risques liés aux opérations sensibles, l'enchainement des opérations entre les deux BR peut permettre la mutualisation des équipes d'intervention et des outillages spécifiques nécessaires au traitement des internes de cuve, ce qui induirait le séquencement global suivant :



Dans le même contexte, on constate que cet enchainement permettrait, si décidé, de mutualiser les équipes et les outillages spécifiques nécessaires au traitement de la cuve.

Cet enclenchement entre les 2 BR, dépendant de la politique industrielle choisie ultérieurement, représente une approche prudente du planning.

Pour chaque Bâtiment combustible (BK)

Les principales opérations prévues sont les suivantes

- L'évacuation des DAE est un préalable au démantèlement de ces bâtiments. Pour le BK1, l'évacuation aura été réalisée en PDEM
- Le démantèlement des équipements présents au plancher piscine et des 3 compartiments de la piscine BK (poursuite du retrait des racks de combustible éventuellement commencé en phase de PDEM puis retrait du liner).
- Le démantèlement des locaux situés aux niveaux inférieurs au plancher piscine.
- Le démantèlement des derniers équipements présents, dont les fonctions support, en vue de l'assainissement.

Le lancement du démantèlement du premier BK est prévu dès la mise en application du décret.

Le lancement du démantèlement du second BK est prévu après évacuation des derniers DAE qui y seront entreposés.

Bâtiment des auxiliaires nucléaires et bâtiment périphérique (BAN et BW)

Le BAN est un bâtiment commun aux 2 tranches. Il abrite des équipements mis à l'arrêt en phase de PDEM et des équipements qui vont rester en exploitation pendant une partie de la phase de démantèlement de l'INB 75, tels que les systèmes de ventilation, les systèmes de traitement des effluents liquides et déchets solides. Le BAN abrite aussi les résines issues de la FSD qui seront évacuées au plus tôt une fois les conditions radiologiques d'utilisation de la machine Mercure atteintes.

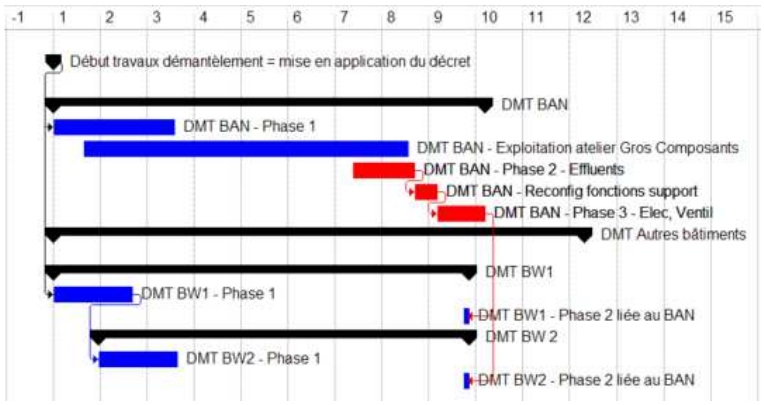
Cette coexistence d'équipements hors exploitation et en exploitation conduit à phaser le démantèlement du BAN afin de ne pas retarder le démantèlement électro mécanique des zones comprenant des équipements qui ne sont plus nécessaires.

Les principales opérations prévues sont les suivantes :

- L'aménagement d'un atelier « gros composants » pour la découpe ou la préparation pour un traitement hors site des équipements de grande dimension (par exemple les échangeurs RRA, les échangeurs PTR, les couvercles de cuve) ne pouvant directement être conditionnés en colis de déchets standards.
- Une première phase de démantèlement des équipements qui ne sont pas requis pour le démantèlement.
- Une seconde phase de démantèlement des fonctions supports situées dans le BAN et communes à l'ilot nucléaire, lorsque le fonctionnement de celles-ci n'est plus requis pour le démantèlement (comme la gestion des effluents et la ventilation).
- Une troisième phase consistant au démantèlement des derniers équipements présents en vue de l'assainissement.

La seconde phase des travaux du BAN entrainera la reconfiguration de la ventilation d'origine des différents bâtiments de l'îlot nucléaire. Cette ventilation, dont la majeure partie des réseaux de soufflage et d'extraction était contenue dans le BAN, sera remplacée par des ventilations mobiles modulaires dédiées aux différents bâtiments concernés (BR, BK, BW, …), pour permettre le solde des travaux qui y sont prévus.

Le lancement du démantèlement du BAN et des deux BW est prévu dès la mise en application du décret.



Autres bâtiments nucléaires (BES, bâches de stockage des effluents liquides avant rejet)

- BES : les matériels électromécaniques présents dans les différents locaux seront déposés (démontage ou découpe) et conditionnés en déchets

- Bâches extérieures : ces bâches seront démantelées en adaptant le procédé à la typologie de chacun des réservoirs (métallique, béton peint, béton revêtu d'un liner métallique).

Le démantèlement des bâches extérieures de rejet est prévu après traitement dans le BAN puis rejet des derniers effluents liquides (issus notamment de la vidange définitive des piscines BR, BK et bâches PTR associées).

Par analogie avec ce qui est prévu pour les bâtiments de l'ilot nucléaire (voir ci-avant), une ventilation mobile modulaire pourra être mise en œuvre pour les travaux liés aux bâches extérieures.

4.4.2. ÉTAPE 2 : TRAVAUX D'ASSAINISSEMENT DES STRUCTURES

L'assainissement des structures concerne uniquement les bâtiments nucléaires, pour lesquels la radioactivité (activation, dépôt ou migration de contamination) susceptible d'être présente au niveau de la structure du bâtiment va être retirée.

Les travaux d'assainissement d'un bâtiment débutent après accord ASN sur la méthodologie d'assainissement.

L'assainissement consiste à éliminer des structures de génie civil (béton, éléments métalliques) l'épaisseur de matériau contaminée. Il concerne l'ensemble des locaux et bâtiments classés « Zone à production possible de Déchets Nucléaires (ZppDN) ». Dans chaque local ou zone à assainir, les opérations d'assainissement sont réalisées après le démantèlement des équipements électromécaniques. Ces opérations regroupent la réalisation d'expertises visant à déterminer la nature du traitement à effectuer ou non sur chaque surface, l'établissement du dossier méthodologique, la réalisation des travaux d'assainissement, les contrôles finaux après assainissement et la rédaction de dossiers en vue du déclassement des locaux.

Principes

Les principes d'assainissement listés ci-dessous permettent de garantir la non-pollution des zones assainies ou saines et d'assurer la traçabilité des zones assainies. Il s'agit :

- d'assurer le confinement et la ventilation des zones de chantier pour maîtriser le niveau de rejet ;
- d'établir une gestion des flux de déchets compatible avec l'objectif de non-pollution des zones assainies ;
- d'assurer la sécurité des travailleurs et leur définir des chemins de circulation compatibles avec l'objectif de non-pollution des zones assainies ;
- d'assurer la tenue mécanique des structures de GC existantes ;
- de disposer de moyens industriels pour le transfert des déchets et des conteneurs ;
- de regrouper les chantiers par zone géographique ;
- de limiter les accès aux locaux après assainissement et de condamner ces accès après les mesures post-assainissement.

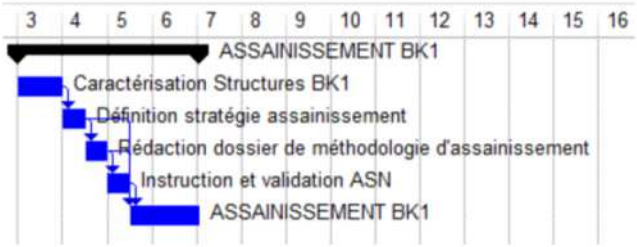
A l'issue des travaux d'assainissement et des campagnes de mesures de vérification (contrôles finaux), le dossier de déclassement accompagné du bilan de l'assainissement est transmis à l'ASN (au titre de l'application de la décision modifications notables) en vue du déclassement des locaux de ZppDN en zone à déchets conventionnels permettant ainsi leur démolition conventionnelle. Après

adoption par l'ASN de la décision de déclassement d'un bâtiment, le zonage déchet est mis à jour pour ce bâtiment. Les éléments restants sont alors considérés comme des déchets conventionnels.

Les principes d'assainissement des structures sont présentés au **§ Erreur ! Source du renvoi introuvable.**.

Cas particulier du BK1

Le bâtiment est retenu comme chantier pilote pour le processus devant aboutir au déclassement de ce bâtiment, et conduire à sa démolition conventionnelle. La séquence de ce processus est prévue comme suit :



Cas particulier des BR

Chaque BR fait l'objet d'un assainissement composé de deux phases principales réalisées en parallèle :

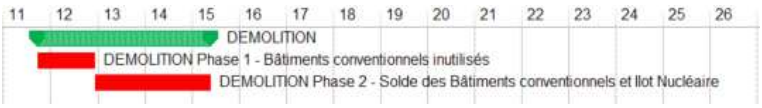
- l'assainissement du puits de cuve et de la piscine réacteur qui comportent du béton activé, et dont la cinématique déchet passe par le plancher 20m
- l'assainissement des autres zones du bâtiment.

4.4.3. ÉTAPE 3 : DEMOLITION

Pour les bâtiments non nucléaires, la démolition peut commencer dès que ces bâtiments n'ont plus d'utilité pour le démantèlement, néanmoins elle est planifiée juste en amont de la démolition des bâtiments nucléaires par souci d'efficacité. Cette démolition classique ne sera pas obligatoirement précédée d'une phase de retrait des équipements situés dans les bâtiments.

Pour les bâtiments nucléaires, la démolition sera réalisée après leur déclassement. Toutefois, dans le cas où le déclassement total du bâtiment ne peut être atteint, la démolition nucléaire pourra être mise en oeuvre.

Les superstructures sont démolies pour atteindre l'état final tel que défini au § 5.1.



4.4.4. ÉTAPE 4 : REHABILITATION POUR USAGE FUTUR DU SITE

La phase de démolition est suivie de la réhabilitation du site vis-à-vis de l'usage futur retenu de l'ensemble du site, à savoir un usage industriel.

A l'issue de la phase de réhabilitation du site, un dossier de demande de déclassement de l'INB sera rédigé et soumis à l'accord de l'ASN.

Les principes de gestion des sols sont présentés au § 4.9.2.

4.4.5. ACTIVITES REGLEMENTAIRES IDENTIFIEES PENDANT LE DEMANTELEMENT

La liste est non limitative et sera amendée en fonction des évolutions de la réglementation, du niveau d'approfondissement des études et de préparation des activités.

- Dans l'état actuel de la réglementation, une demande de dérogation à la destruction d'espèce protégée sera déposée pour la colonie nicheuse d'Hirondelle de fenêtre environ 5 ans avant l'activité de démolition du bâtiment accueillant la colonie (soit approximativement en 2030), la bâche ASG de la tranche 2. Ce planning permettra d'apprécier au plus juste l'état de la colonie et le planning des travaux concernés. Cette activité est sécurisée par son enregistrement au planning réglementaire couvrant la période complète du démantèlement.
- Demande d'accord sur méthodologie d'assainissement pour chaque bâtiment nucléaire
- Mise en œuvre du résultat de l'instruction EDF / ASN pour l'utilisation de l'unité mobile d'enrobage des résines, dite machine MERCURE
- Le rapport de sûreté et l'étude d'impact du dossier de démantèlement, ainsi que l'examen de conformité associé à l'entrée en démantèlement serviront de point zéro au réexamen périodique

4.5. IDENTIFICATION DES NOUVEAUX EQUIPEMENTS A CONSTRUIRE ET DES PRINCIPAUX PROCEDES ASSOCIES

De nouveaux équipements et les aménagements associés seront mis en œuvre pour permettre les opérations de démantèlement, parmi lesquels :

- des ateliers dans les BR et dans le BAN dédiés au conditionnement d'équipement de grandes dimensions ne pouvant directement être mis en colis de déchets standards, mettant en œuvre des équipements de découpe mécanique ou thermique ;
- des équipements spécifiques de découpe à distance des internes et de la cuve sous eau ;
- une cellule dans chaque BR permettant de conditionner les déchets issus du démantèlement des internes et de la cuve ;
- des moyens de manutention et de levage complémentaires pour la cinématique des déchets, par exemple un monte-charge dans le BR ;
- L'IDT (en aménagement de la SDM) pour permettre la gestion et le transit des colis de déchets TFA, FAMA et MAVL,
- un BEGV pour les GV de démantèlement, en cas de non évacuation des 6 GV usés dans les temps.

4.6. IDENTIFICATION DES OBJECTIFS DE SURETE NUCLEAIRE, DE RADIOPROTECTION ET DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

4.6.1. OBJECTIFS LIES A LA SURETE NUCLEAIRE

Les objectifs de sûreté nucléaire retenus par l'exploitant pour la phase de démantèlement de l'INB n°75 sont définis dans la version préliminaire de la révision du rapport de sûreté, en respect à l'article 2.1 de l'annexe à la décision n° 2015-DC-0532 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 17 novembre 2015 relative au rapport de sûreté des installations nucléaires de base.

Ils s'inscrivent dans le cadre fixée pour la démonstration de sûreté nucléaire établie dans le rapport de sûreté, qui justifie, conformément à l'article 2.2 de l'annexe à la décision n° 2015-DC-0532 de l'ASN, que « *les dispositions techniques, organisationnelles et humaines retenues permettent d'atteindre, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques, un niveau de risque vis-à-vis des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement aussi faible que raisonnablement possible dans des conditions économiquement acceptables, en tirant partie des meilleures techniques disponibles* ».

L'objectif général retenu vis-à-vis de la sûreté nucléaire est ainsi que les situations d'accident pouvant intervenir au cours de la phase de démantèlement de l'INB n°75, que leur cause soit d'origine interne ou externe à l'installation et que les dangers soient ou non de nature radiologique, ne doivent pas conduire à des conséquences, radiologiques ou non radiologiques, inacceptables pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement. Les conséquences de ces situations doivent être aussi faibles que possible dans des conditions économiquement acceptables, compte-tenu de l'état des connaissances, des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

Cet objectif général se décline en fonction des différentes voies potentielles d'atteinte des intérêts mentionnés à l'article L.593-1 du code de l'environnement et en fonction de la nature des conséquences pouvant se présenter (situations d'accident pouvant conduire à des conséquences radiologiques ou à des conséquences non radiologiques).

Des critères d'appréciation sont ainsi définis dans la version préliminaire de la révision du rapport de sûreté pour :

- les situations d'accident pouvant potentiellement générer des effets, dont des rejets, par voie atmosphérique : voie dite « air » ;
- les situations d'accident pouvant potentiellement générer des rejets dans les sols et le milieu aquatique : voie dite « eau ».

Pour les situations d'accident pouvant potentiellement générer des effets par la voie air, les objectifs de sûreté nucléaire déclinés dans la version préliminaire de la révision du rapport de sûreté sont les suivants :

- vis-à-vis des conséquences radiologiques sur les intérêts à protéger : les situations d'accident ne doivent pas conduire au dépassement des valeurs repère définies par la réglementation pour la mise en œuvre des actions de protection de la population en situation d'urgence radiologique ;
- vis-à-vis des conséquences non radiologiques sur les intérêts à protéger : les situations d'accident ne doivent pas être caractérisées par des couples gravités-probabilités autres que

acceptables ou tolérables, au regard de la grille d'appréciation des risques établie en conformité avec la réglementation dans le cadre de la démonstration de sûreté nucléaire.

Pour les situations d'accident pouvant potentiellement générer des rejets dans les sols et le milieu aquatique par la voie eau, la maîtrise des risques est démontrée au travers de la mise en place de dispositions proportionnées aux enjeux, évitant la survenue de rejets accidentels dans les sols et le milieu aquatique.

En complément, compte tenu des spécificités des installations en démantèlement, dont les opérations de démantèlement conduisent à la production de déchets radioactifs et sont susceptibles de mobiliser des termes sources radioactifs, EDF vise un objectif de prévention de la dissémination des substances radioactives à l'intérieur de l'installation afin d'assurer une production de déchets radioactifs conforme à l'étude d'impact et contribuer au respect de l'obligation de démanteler dans un délai aussi court que possible, conformément à l'article L. 593-25 du code de l'environnement.

La démonstration de sûreté nucléaire établie dans la version préliminaire de la révision du rapport de sûreté de l'INB n°75 dans sa phase de démantèlement permet de vérifier l'atteinte des objectifs retenus et ainsi de vérifier l'adéquation des dispositions retenues pour prévenir les accidents, les détecter et en limiter la probabilité d'occurrence et les effets.

4.6.2. OBJECTIFS LIES A LA RADIOPROTECTION DES INTERVENANTS

L'objectif général de radioprotection du personnel intervenant tout au long du démantèlement est de réduire l'exposition globale (individuelle et collective) à un niveau aussi faible que raisonnablement possible et, en tout état de cause à des valeurs inférieures aux limites fixées par la réglementation pour les travailleurs exposés aux rayonnements ionisants.

Cet objectif est mis en œuvre selon la démarche ALARA à la conception et en phase de réalisation :

- à la conception des opérations en définissant l'organisation du travail et les moyens de protection adaptés (collectifs ou individuels) pour limiter la dose pouvant être reçue par les intervenants et pour prévenir les risques de contamination interne ;
- en phase de réalisation, en veillant à la préparation des chantiers, à la qualification des intervenants et à la surveillance des opérations de manière à assurer une exposition des intervenants aussi bas que possible par rapport aux objectifs de protection retenus à la conception.

Dans le cadre du démantèlement et des opérations spécifiques que cela engendre, des objectifs de dose individuelle et collective sont fixés au cas par cas. Ces objectifs découlent des estimations prévisionnelles de dose réalisées pour ces opérations dans le cadre d'une démarche ALARA. En tout état de cause, l'objectif est "aussi bas que raisonnablement possible".

4.6.3. OBJECTIFS LIES A LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Les objectifs liés à l'environnement sont cohérents avec la politique développement durable du groupe EDF. En particulier EDF s'engage à limiter son empreinte environnementale, tout au long du cycle de vie de ses installations et activités, en optimisant l'utilisation des ressources naturelles et en développant des solutions innovantes.

Parmi les axes mis en œuvre par EDF, figurent notamment les points suivants, en lien avec le démantèlement :

- éviter la production de déchets conventionnels et favoriser leur recyclage et leur valorisation ;
- gérer l'eau de manière intégrée, solidaire et durable ;
- préserver les sols et les eaux souterraines.

De manière générale, les objectifs liés à la protection de l'environnement pour le démantèlement sont les mêmes que lors du fonctionnement. Il s'agit de minimiser autant que raisonnablement possible l'impact de l'installation sur les intérêts à protéger :

- par la limitation des rejets ;
- par la limitation des nuisances.

Une **étude d'impact** fait partie du dossier de demande de décret de démantèlement. Elle présente notamment l'impact des opérations de démantèlement sur l'environnement et la santé publique, ainsi que les mesures prises pour éviter, réduire ou compenser les effets négatifs potentiels. L'instruction de cette demande d'autorisation de démantèlement fait l'objet d'une enquête publique dans le cadre de laquelle cette étude d'impact est soumise à l'avis du public.

Tout au long de la phase de démantèlement, **les riverains sont tenus informés** de l'avancée des différentes étapes à la fois par EDF au travers d'un rapport environnemental annuel et de diverses publications, et par la Commission locale d'information et de surveillance (CLIS). Cette commission indépendante composée d'une vingtaine de membres a comme principaux objectifs d'informer les riverains sur l'actualité du site et de favoriser les échanges ainsi que l'expression de points de vue pluralistes. Elle est composée de quatre collèges : élus, représentants d'associations de protection de l'environnement, représentants des organisations syndicales des salariés représentatives de l'exploitant, personnes qualifiées et représentants du monde économique.

Par ailleurs, les étapes du démantèlement sont conduites **en cohérence avec les objectifs que s'est fixé le groupe EDF en matière de responsabilité d'entreprise**. Formalisés en 2016 au travers des Objectifs de Responsabilité d'Entreprise (ORE), ils concernent notamment les champs suivants :

- l'intégration des meilleures pratiques des groupes industriels en matière de développement humain, tout particulièrement sur les aspects santé et sécurité ;
- l'organisation de démarches de dialogue et de concertation avec les acteurs locaux sur les territoires ;
- la mise en œuvre d'une approche positive de la biodiversité dans nos projets et nos activités.

4.7. GESTION DES DECHETS ET DES REJETS, PRISE EN COMPTE DES RISQUES CLASSIQUES

4.7.1. PRISE EN COMPTE DES DECHETS

Le démantèlement de l'INB n°75 génèrera environ 360 000 tonnes de déchets conventionnels et 20400 tonnes de déchets radioactifs. La suite du paragraphe est consacrée aux déchets radioactifs.

Phase de préparation au démantèlement

Les déchets nucléaires produits lors de cette phase sont liés à l'évacuation :

- des déchets d'exploitation,
- des Générateurs de Vapeurs déposés lors de la phase d'exploitation et actuellement entreposés,
- des déchets associés à divers chantiers préparatoires au démantèlement (ouverture de voiles, aménagement de locaux, évacuation de matériels inhérents à la gestion du combustible…).

La masse des 6 Générateurs de Vapeur entreposés est de l'ordre de 2 000 tonnes. L'ordre de grandeur de la masse des autres déchets produits lors de la phase de préparation au démantèlement est de l'ordre de 500 tonnes (calorifuge, voiles bétons, diverses pièces métalliques…).

Phase de démantèlement

La masse de déchets radioactifs de démantèlement est de 18 400 tonnes (500 t de déchets de PDEM inclus)

Les natures principales de déchets et les masses associées sont les suivantes :

Nature des déchets	Masse (t)			
	MA vl	FAMA vc	TFA	TOTAL
Déchets Métalliques	200	5 070	6 030	**11 300**
Déchets non métalliques	-	1 130	5 970	**7 100**
Dont déchets Béton	-	550	3 400	**3 950**
Dont déchets Divers	-	580	2570	**3 150**
Total	**200**	**6 200**	**12 000**	**18 400**

Les déchets divers sont principalement les petits composants non fusibles, les calorifuges, les déchets technologiques (sur-tenues, vinyle…), les déchets induits (sas, outillages…), les déchets de procédés (filtres, résines de purification…) ainsi que les terres de remédiation des sols.

Les volumes sont indiqués dans une hypothèse sans traitement, avec conditionnement et envoi au stockage des déchets TFA et FAMA vie courte, ce qui constitue une évaluation enveloppe par rapport aux masses de déchets produits.

Destination	Masse (t)	Volume stocké (m3)
CSA (déchets FAMA vc)	6 200	16 000
CIRES (déchets TFA)	12 000	11 000
CIGEO (déchets MA vl)	200	400
Total	18 400	27 400

Nota : le traitement par fusion des déchets métalliques à destination du CSA pourrait réduire le volume stocké de 16 000 à 8 500 m^3 et le traitement des déchets métalliques TFA pourrait réduire le volume stocké de 11 000 à 7 500 m^3.

La gestion des déchets est présentée dans le § 3.5.

Les quantités de déchets par étape de démantèlement et par type de déchets sont les suivantes Ces quantités ne comprennent pas les GV déposés (2 000 t de déchets métalliques) ni les déchets générés en PDEM (500 t).

Nature des déchets en phase de démantèlement	Masse (t)		
	MA vl	FAMA vc	TFA
Déchets Métalliques	200	5 000	5 200
Déchets Béton	-	20	1 370
Déchets Divers	-	350	2 000
Total	**200**	**5 370**	**8 570**

Nature des déchets en phase d'assainissement	Masse (t)	
	FAMA vc	TFA
Déchets Métalliques	70	830
Déchets Béton	530	2 030
Déchets Divers	80	220
Total	**680**	**3080**

4.7.2. MODALITES DE GESTION DES REJETS LIQUIDES ET GAZEUX

Les natures et quantités des effluents liquides et gazeux, radioactifs ou non, sont évaluées en fonction des opérations de démantèlement. Elles peuvent varier au cours des différentes étapes du démantèlement.

- les **effluents gazeux radioactifs** sont générés par la mise en suspension de substances radioactives (contamination ou produits d'activation des circuits) se produisant lors des activités de démantèlement, principalement les opérations de découpe des circuits et assainissement des locaux. Ces effluents sont collectés et filtrés avant rejet via des cheminées dédiées, équipées de dispositifs de surveillance en continu ;
- les **rejets gazeux non radioactifs** sont constitués par les émissions de gaz d'échappement des engins lors des travaux extérieurs et de l'émission de poussières par exemple lors de la démolition des bâtiments conventionnels ;
- les **effluents liquides radioactifs** proviennent de la vidange des circuits, de l'utilisation de l'eau en protection biologique pour les opérations de démantèlement sous eau ou encore de la décontamination des matériels. Selon leurs caractéristiques, ils sont traités et contrôlés avant rejet afin de limiter l'activité rejetée ;

  Les principales origines d'effluents liquides seront la vidange des piscines BR suite au démantèlement sous eau de la cuve et des internes et la vidange des piscines BK suite à retrait des racks.

  Chacune de ces piscines a un volume de l'ordre de 1 500 m^3. Ces effluents seront traités préférentiellement par évaporateur ou éventuellement par filtration/déminéralisation comme le sont les effluents liquides en phase d'exploitation, puis contrôlés et rejetés en conformité avec les autorisations.
- les **rejets liquides non radioactifs** sont par exemple les eaux issues de la laverie du site, les eaux vannes et les eaux pluviales de ruissellement extérieur. Ce ne sont pas des rejets spécifiques au démantèlement.

Les rejets d'effluents, l'évaluation de leurs incidences, les mesures prévues pour éviter les effets négatifs notables et réduire les effets n'ayant pu être évités seront présentés dans l'étude d'impact du dossier de demande de décret de démantèlement.

4.7.3. PREVENTION DES RISQUES POUR LES INTERVENANTS

La prise en compte des risques concernant la sécurité des intervenants au cours des travaux est une des priorités des projets de déconstruction.

Cette priorité est prise en compte à la conception des opérations et a été intégrée dans le choix du scénario présenté au § 4.4 : par exemple les croisements de flux de personnel et de déchets seront minimisés.

L'analyse des risques sécurité évoluera tout au long des études jusqu'à l'analyse des risques travaux.

On notera la démarche de prévention des risques basée sur les 9 principes de prévention suivants issus de [9] :

- éviter les risques ;
- évaluer les risques qui ne peuvent pas être évités ;
- combattre les risques à la source ;

- adapter le travail à l'homme, en particulier en ce qui concerne la conception des postes de travail ainsi que le choix des équipements de travail et des méthodes de travail et de production ;
- tenir compte de l'état d'évolution des techniques ;
- remplacer ce qui est dangereux par ce qui n'est pas dangereux ou par ce qui est moins dangereux ;
- planifier la prévention en y intégrant, dans un ensemble cohérent, la technique, l'organisation du travail, les conditions de travail, les relations sociales et l'influence des facteurs ambiants. Les outils DIM et de réalité virtuelle contribuent à une meilleure appropriation des zones de chantiers en amont des interventions,
- prendre des mesures de protection collective en leur donnant la priorité sur les mesures de protection individuelle ;
- donner les instructions appropriées aux travailleurs.

On notera en particulier la contribution de l'activité de PDEM de simplification de la distribution électrique présentée au § 4.1.2 qui contribue à sécuriser les intervenants lors des opérations de démantèlement, en limitant et identifiant clairement les câbles encore sous tension.

4.8. PRESENTATION DES PRINCIPAUX EIP ET AIP NECESSAIRES AU DEMANTELEMENT

La liste des Elément Important pour la Protection (des intérêts) (dits EIP) et des Activités Importantes pour la Protection (des intérêts) (dits AIP) associées sera disponible dans la mise à jour de la démonstration de protection des intérêts qui figurera dans le dossier de démantèlement. En amont de sa mise en application avec la mise en application du décret de démantèlement, la liste tenue à jour par l'exploitant fera l'objet d'ajustements à l'occasion :

- du 4ème réexamen périodique :
  - pour l'état Réacteur Complètement Déchargé ;
  - pour l'état Réacteur Sans Combustible (combustible totalement évacué de l'INB) ;
- le cas échéant, lors des opérations de PDEM au travers des dossiers d'autorisation ou de déclaration ;

4.9. DESCRIPTION DES METHODOLOGIES D'ASSAINISSEMENT RETENUES (STRUCTURES, SOLS)

4.9.1. ASSAINISSEMENT DES STRUCTURES

En préalable, on note que des démolitions partielles et/ou localisées du génie civil en conditions nucléaires pourront être envisagées lorsque l'assainissement préalable de ces zones/locaux n'est pas requis.

Dans le cas où l'assainissement est réalisé, les principes directeurs liés à l'assainissement des structures sont définis par l'ASN dans le Guide [5]. La méthodologie d'assainissement se place dans une perspective de déclassement définitif d'une zone de production possible de déchets radioactifs en zone à déchets conventionnels. Elle est fondée sur le respect des 3 lignes de défense successives et indépendantes en cohérence avec la doctrine générale du zonage déchets. Elles sont détaillées ci-après, ainsi que l'étape de déclassement des bâtiments :

- § 4.9.1.1 Première ligne de défense : modalités d'assainissement établies sur l'état de l'installation
- § 4.9.1.2 Deuxième ligne de défense : vérification de l'atteinte de l'objectif par un programme de contrôles radiologiques
- § 4.9.1.3 Troisième ligne de défense : contrôles radiologiques en sortie de site
- § 4.9.1.4 Déclassement des bâtiments

4.9.1.1 PREMIERE LIGNE DE DEFENSE

L'objectif visé de la méthodologie d'assainissement, compte tenu des meilleures méthodes et techniques disponibles dans des conditions économiques acceptables, est l'élimination de toutes substances chimiques ou radioactives dans les structures qui pourraient résulter des activités du site. Cependant, s'il n'est pas possible de réaliser un assainissement complet, un assainissement poussé sera envisagé tenant compte des meilleures méthodes et techniques disponibles dans des conditions économiques acceptables. Ce processus d'assainissement conduira à la réalisation d'une analyse des risques résiduels potentiels pour vérifier la compatibilité de la situation finale du site a minima avec son usage prévu.

Les étapes clés sont les suivantes :

- Compréhension du phénomène physique : pour chaque local, une analyse est réalisée sur la base d'informations historiques (conception de l'installation, mode de fonctionnement, événements, contrôles…) afin de définir et comprendre les phénomènes physiques ayant été susceptibles de conduire à la contamination ou l'activation des structures de Génie-Civil.
- Quantification du phénomène physique : une analyse est menée afin de relier l'activité susceptible d'être présente à l'intérieur de la structure concernée par l'assainissement en fonction de la profondeur. Cette analyse s'appuie, si nécessaire, sur des investigations in situ pouvant comprendre : investigation visuelle, expertise technique, analyse du Génie-Civil, prise en compte d'éventuels éléments de Retour d'Expérience (REX) pertinents d'opération d'assainissement, prélèvements et mesures radiologiques, prétraitements particuliers. Cette analyse permet de définir et justifier un objectif d'assainissement et une épaisseur minimale d'assainissement.
- Définition d'une marge forfaitaire de précaution : du fait des incertitudes issues de l'analyse, une marge correspondant à une épaisseur d'assainissement supplémentaire est prise en compte.
- Définition de la limite du zonage déchets : l'application de ces principes permet de définir l'épaisseur totale d'assainissement correspondant à la limite entre Zones à production possible de Déchets Nucléaires (ZppDN), et Zone à Déchets Conventionnels (ZDC).

Enfin, le dossier de méthodologie d'assainissement, comportant les éléments précisés ci-dessus, est transmis à l'ASN pour approbation.

4.9.1.2 DEUXIEME LIGNE DE DEFENSE

Pendant les travaux d'assainissement, les éléments de structures éliminés sont des déchets radioactifs conditionnés et évacués vers les filières de déchets radioactifs correspondantes.

A l'issue des opérations d'assainissement, un programme de contrôle radiologique post-assainissement a alors lieu afin de confirmer de l'atteinte de l'objectif d'assainissement sur les éléments de structures assainis.

A l'issue de ces contrôles, le bilan des travaux d'assainissement est établi selon les exigences de la méthodologie d'assainissement définie par l'ASN. Ce dossier établit la synthèse du déroulement du chantier, démontre que la méthodologie d'assainissement a été respectée, justifie les éventuels écarts constatés. Il précise les profondeurs d'assainissement réalisées pour chaque élément de structure considéré et en justifie le caractère suffisant. Le dossier comprend également les éléments de Retour d'EXpérience pertinents.

Ce bilan est fourni à l'ASN à l'appui de la déclaration de déclassement des Zones à production possible de Déchets Nucléaires (ZppDN), en Zone à Déchets Conventionnels pour la partie de l'installation concernée.

4.9.1.3 TROISIEME LIGNE DE DEFENSE

La troisième ligne de défense est mise en œuvre des contrôles radiologiques effectués en sortie de site (portique automatique de contrôle) pour tout déchet conventionnel.

4.9.1.4 DECLASSEMENT DES BATIMENTS

Une fois la déclaration de déclassement présentant la synthèse des travaux et contrôles réalisés transmise à l'ASN et l'approbation du déclassement obtenue, la mise à jour du zonage déchets de l'installation est effectuée : les éléments restants sont alors considérés comme des structures constitutives d'une Zone à Déchets Conventionnels..

En cas d'assainissement poussé, si la modélisation des phénomènes physiques montre que la contamination se répartit sur toute l'épaisseur du béton, l'impact sur les sols sous-jacents devra être évalué afin de définir la gestion nécessaire suivant la démarche décrite au § 4.9.2. Inversement, si la modélisation des phénomènes physiques montre que la contamination est contenue dans l'épaisseur du béton, et que l'analyse de risques résiduels confirme la compatibilité de la situation finale du site avec son usage prévu, les sols sous-jacents sont alors jugés exempts de tout marquage et ne nécessitent pas d'investigation. Le dossier de demande de déclassement de l'INB pourrait alors comprendre les demandes de servitudes finales à maintenir pour conserver la mémoire et restreindre l'utilisation du site aux usages compatibles avec les éventuelles concentrations ou activités résiduelles.

4.9.2. GESTION DES SOLS

En préalable, les caractéristiques propres et les dispositions prises pour réaliser les opérations de démantèlement contribuent à éviter ou limiter au maximum les risques de pollutions. En effet :

- Les opérations de démantèlement seront réalisées à l'intérieur des bâtiments ou à l'extérieur sur des aires étanches.
- Les rejets aqueux (chimique et radioactif) engendrés par les opérations de démantèlement seront traitées avant rejet dans le milieu naturel (Rhin) ou évacuées hors site en filières agrées.

- Les déchets seront conditionnés et entreposés dans le respect de la réglementation afin d'éviter toute pollution (aire étanche, rétention,….). Les conditions d'entreposage temporaire des déchets seront telles que le lessivage par les eaux pluviales sera rendu impossible. De la sorte, aucune pollution des sols et du sous-sol liée à la production et à l'entreposage temporaire de déchets n'est prévisible pendant la phase de démantèlement.
- L'ensemble des produits chimiques liquides seront entreposés de manière conforme à la réglementation.

Ainsi, compte tenu des dispositions existantes et des mesures complémentaires prises lors du démantèlement, aucune incidence des travaux de démantèlement sur la qualité des sols en place n'est à prévoir.

En matière de méthodologie de gestion des sols, l'objectif prioritaire, compte tenu des meilleures méthodes et techniques disponibles dans des conditions économiques acceptables, est d'éliminer toute source de substances chimiques ou radioactives qui pourraient résulter des activités du site.

La démarche passe par une première étape de diagnostic pour identifier les zones à risques issues de la période d'exploitation du site. Ce diagnostic est fondé sur :

- la connaissance du site qui repose sur les données relatives à ses sous-sols (contexte hydrogéologique, fondations des ouvrages et réseaux enterrés, etc.), sur le retour d'expérience d'exploitation du site (précisé au § 4.10.4, sous-section « retour d'expérience de la phase de fonctionnement des tranches ») et sur les états des sols réalisés dans le cadre du 4ème réexamen périodique.
- la surveillance piézométrique du site qui s'effectue grâce à un réseau piézométrique optimisé à partir de la connaissance du site et qui permet d'alerter le site en cas d'un éventuel marquage sur site et hors du site. Cette surveillance permet d'initier à tout moment de la vie du site une recherche et une élimination de la source du marquage.

Les caractérisations des sols qui apparaitraient nécessaires pour compléter ces éléments, seront menées en tenant compte du programme des travaux de démantèlement, notamment en fonction de l'accessibilité des zones et en fonction de l'absence avérée de risque généré par le sondage lui-même.

A l'issue du diagnostic, pour les zones dont le marquage aura été confirmé, une solution de gestion sera définie. Le scénario visant à un retrait complet des substances chimiques ou radioactives sera étudié systématiquement. On parle dans ce cas d'un « assainissement complet », qui constitue l'option de gestion de référence à laquelle toute autre solution pourra être comparée.

Si les meilleures méthodes et techniques disponibles dans des conditions économiques acceptables ne permettaient pas l'assainissement complet, des mesures de gestion permettant un « assainissement poussé » seront envisagées.

Un Bilan Coûts Avantage (BCA) permettra de prendre en compte l'ensemble des critères de choix pour :

- apprécier la faisabilité de l'assainissement complet,
- définir la solution optimale pour aller aussi loin que possible dans le cas d'un assainissement poussé.

La définition de la solution de gestion, est suivie de la réalisation d'une analyse des risques résiduels potentiels pour vérifier la compatibilité de la situation finale du site, *a minima* avec son usage prévu. Dans le cas où cette compatibilité ne pourrait être atteinte, les restrictions d'usages à mettre en œuvre seront établies.

A l'issue de la phase de réhabilitation du site, un dossier de demande de déclassement de l'INB sera rédigé et soumis à l'accord des Autorités. Le cas échéant, celui-ci comportera les demandes de servitudes finales à maintenir pour conserver la mémoire et restreindre l'utilisation du site aux usages compatibles avec les éventuelles concentrations ou activités résiduelles.

4.10. ORGANISATION ENVISAGEE POUR GERER LES OPERATIONS DE DEMANTELEMENT

Cette section présente :

- l'organisation générale du projet de démantèlement ;
- l'organisation du site en PDEM, où coexisteront des activités d'exploitation et de mise à l'arrêt ;
- l'organisation du site en démantèlement ;
- le retour d'expérience pris en compte par le projet de démantèlement.

4.10.1. ORGANISATION GENERALE DU PROJET DE DEMANTELEMENT

Le projet de démantèlement de l'INB n°75 est porté par la Direction des Projets Déconstruction Déchets (DP2D) au sein de la Direction Production Nucléaire et Thermique (DPNT) d'EDF. La DP2D a été créée en 2015 pour renforcer la synergie entre la déconstruction des centrales mises à l'arrêt et la gestion des déchets radioactifs.

Les grands principes qui régissent l'organisation de la DP2D sont :

- une structuration de l'organisation autour de « Lignes de Projets » (LP) Déconstruction-Déchets, chacune dotée d'objectifs de performance et intégrant les ressources nécessaires à la maîtrise de cette performance ;
- des ressources d'appui et de contrôle transverses aux lignes de Projets ;
- des ressources d'expertise technique mutualisées en dehors de la DP2D (principalement les études) qui sont contractualisées par la DP2D en fonction des besoins des Lignes de Projets.

L'organisation de la DP2D s'appuie sur son Système de Management Intégré (SMI) qui couvre l'ensemble des activités de la DP2D et est conforme à la norme ISO 9001 : 2015 et à la norme ISO 14001 (certification), ainsi qu'aux exigences de la réglementation applicables aux INB. En complément, la DP2D s'organise pour être en conformité avec les normes ISO 21500 sur le management de projets et ISO 31000 sur le management des risques. L'organisation s'inscrit également dans la Politique de Management de Projet du Groupe EDF.

Les opérations de démantèlement de l'INB n°75 sont pilotées en mode projet au sein de la ligne de projet Déconstruction et gestion des déchets des REP de la DP2D. Cette ligne de projet porte également le projet de démantèlement de Chooz A, ce qui permet de bénéficier du Retour d'Expérience du démantèlement d'un réacteur REP plus avancé.

Le Projet de démantèlement de l'INB n°75 a été organisé suivant les principes suivants :

- adresser, suite au Retour d'Expérience des projets de démantèlement des réacteurs de 1ère génération, une prise en compte dès le début du projet de domaines dont la maîtrise conditionne le succès du projet (gestion de la configuration / Système d'Information, opérations de PDEM, identification des filières et problématiques liées aux déchets, prise en compte du REX entrant, de la politique industrielle et de la Gestion Prévisionnelle des Emplois et Compétences) ;
- disposer d'une structuration de l'organisation du projet en lots, chacun doté d'objectifs de performance clairs et intégrant les ressources critiques à la maîtrise de cette performance ;
- disposer de ressources d'appui et de contrôle de projet transverses pour renforcer le suivi et l'anticipation des risques, la maitrise des plannings, le respect des budgets et le reporting.

Une équipe de management de projet, pilotée par un Chef de projet, est constituée avec l'ensemble des fonctions de pilotage et de contrôle de projet nécessaires. Cette équipe est regroupée sur un plateau projet, organisation du travail optimisée permettant une meilleure gestion des interfaces.

Les livrables d'études techniques du projet sont produits par des ressources d'ingénierie internes à la DP2D ou d'autresentités du groupe EDF, organisées par compétences. La réalisation des travaux sur site est contractualisée avec des industriels spécialisés possédant la maitrise des activités nécessaires. Une équipe du projet est localisée sur le site pour piloter les chantiers et tenir les délais tout en garantissant à la fois la protection des intervenants et de l'environnement et la sûreté des installations. En phase de démantèlement, cette équipe porte la responsabilité d'exploitant nucléaire.

Enfin, pour piloter ces activités réalisées par diverses entités d'EDF et pour garantir en fin de la phase P-DEM l'état initial de DEM décrit dans le Dossier de DEM, le Projet PRE-DEM Fessenheim est mis en place. Ce projet sera complémentaire au projet de démantèlement et portera la phase transitoire industrielle du site de la fin d'exploitation à l'entrée en démantèlement.

4.10.2. ORGANISATION POUR LA PHASE PREDEM

La mission principale du projet PRE-DEM est de garantir l'atteinte de l'état initial de DEM à l'horizon 2025 en coordonnant les différents contributeurs EDF.

L'organisation du projet PRE-DEM s'appuie sur plusieurs lots appartenant à différentes entités au sein d'EDF. Les lots sont les suivants :

- Lot Déchets d'exploitation : Evacuation déchets d'évacuation et obtention des agréments nécessaires
- Lot évacuation du bore
- Lot évacuation des DAE
- Lot évacuation du combustible
- Lot essais particuliers
- Lot évacuation des GV usés
- Lot récupération pièce de rechange
- Lot modification RP4 et IPE

- Lot préparation des OPDEM ce lot couvre les OPDEM préparées par le projet de démantèlement de l'INB n°75
- Lot préparation transfert des fonctions supports
- Lot organisation état RSC

Intégration avec le site

La responsabilité d'exploitant nucléaire est exercée par le directeur du site : il est garant du respect des intérêts protégés, de la sécurité des intervenants sur son site, porte la conduite du changement sur le site (transition sociale) et les relations externes.

Pour garantir la coopération entre le CNPE et la DP2D, le Projet PREDEM, présent sur site, est représenté au sein du comité de direction du CNPE de Fessenheim.

A la mise à l'arrêt, le CNPE dispose d'une structure d'arrêt de tranche. Le chef de projet d'arrêt conduit avec l'ensemble des compétences des métiers présents les opérations nécessaires à la mise à l'arrêt et à l'atteinte de l'état de tranche RCD (combustible entreposé dans la piscine de désactivation dans le BK).

A l'issue de cette phase standard de mise à l'arrêt et déchargement, une organisation projet similaire à celle d'un projet tranche en marche est mise en place, avec la planification et réalisation des opérations standards de conduite et de maintenance des installations encore nécessaires au fonctionnement en RCD puis RSC. L'organisation mise en place permet d'évacuer les matières nucléaires entreposées dans les piscines BK et les déchets d'exploitation, de traiter les évènements fortuits et les éventuelles modifications encore nécessaires, et de mener les opérations de PDEM.

Cette organisation assure la transition vers l'organisation éprouvée d'un site en démantèlement et sa cible en matière d'organisation. Durant cette transition, l'exploitant procédera à une diminution d'effectif tout en maintenant les compétences nécessaires pour

- conduire et maintenir en toute sûreté les installations non à l'arrêt ;
- assurer la protection de site ainsi que l'opérabilité du plan d'urgence interne (PUI) ;
- transmettre les connaissances utiles pour compléter la préparation du démantèlement ;
- réaliser les activités de PDEM relevant de son périmètre : mises à l'arrêt, évacuation des déchets permis par les agréments transport et les filières déchets opérationnelles.

L'organisation du PUI sera modifiée à 2 reprises pour s'adapter à l'état de tranche en RCD définitif, puis une fois le combustible usé évacué, à l'état RSC

4.10.3. ORGANISATION DU SITE EN PHASE DEM

Le site s'appuie sur 3 domaines principaux de compétences, sous la direction d'un directeur de site :

- exploitation des systèmes nécessaires au respect du référentiel de sûreté et de la disponibilité des systèmes nécessaires au support des activités de démantèlement (service Exploitation-Maintenance) ;
- pilotage, selon le planning établi par le projet, de l'ensemble des activités de démantèlement électromécanique, d'assainissement des structures, de réhabilitation des sols et de démolition. Suivant la politique industrielle retenue, pilotage de la réalisation et surveillance sur site des interventions réalisées par les entreprises sous-traitantes (service Travaux-Déchets) ;
- activités couvrant les domaines de la radioprotection, de la sécurité, de l'environnement, de la sûreté (chargé de mission SSER et section Prévention des risques).

L'organisation PUI est adaptée aux activités de démantèlement.

4.10.4. PRISE EN COMPTE DU RETOUR D'EXPERIENCE

En ce qui concerne le retour d'expérience au sein d'EDF, les structures EDF d'animation et de capitalisation du retour d'expérience ont permis de prendre en compte le REX des projets suivants :

- programme de déconstruction des centrales de première génération ;
- dont principalement le projet de déconstruction du premier REP : CHOOZ A.

Enseignements pris en compte en matière d'organisation du projet :

- Stratégie de gestion des déchets au plus tôt, avec création d'un lot ;
- Processus et outils pour acquérir la connaissance de l'installation pris en compte au plus tôt avec la création d'un lot.

Enseignements techniques pris en compte dans les études d'avant-projet :

- Scénario de démantèlement de la cuve et des internes de Chooz A avec la recherche d'optimisation pour l'identification du scénario de l'INB n°75,
- Démantèlement par télé opération (rex du chantier casemates HK de Chooz A, et chantier de démantèlement des tuyauteries amiantées du BAN Sud à Creys-Malville),
- Rex du site de Creys-Malville en choisissant d'internaliser l'exploitation du laboratoire Chimie / Environnement de Fessenheim
- Plan d'Actions Incendie suite à l'incendie de Brennilis en 2015, dans les études sûreté de Fessenheim
- Installation de deux passerelles en piscine afin de découpler les découpes sous eau des conditionnements de déchets en colis (enseignement de Chooz A)
- Fonctionnement des outils de découpes utilisés sur les chantiers de Chooz A (comparaison des données de conception avec la réalité terrain : fiabilité, cadence de découpe, maintenance corrective, durée incompressible réglage/changement des outils)
- Conception et exploitation du système de traitement de l'eau de la piscine BR de Chooz A (intégration du Rex opérationnel de Chooz A sur les problématiques 2019 de filtration de l'eau piscine (aléa turbidité de l'eau))
-
- Déclinaison de l'approche Cold and Dark en phase intermédiaires du démantèlement en installant des équipements mobile et simples (réduction des risques et des coûts due à la

suppression / simplification des équipements nécessaires en exploitation mais identifiés non utile lors du démantèlement). Le REX de Creys Malville montre que cette approche permettra entres autres d'éviter les pertes de temps constatées à démonter les équipements électriques en « fil à fil ». La solution sera de réalimenter seulement les équipements utiles et de laisser les autres en MHSD, en attendant d'être démantelés.

Enseignements relatifs à la stratégie d'achats:

- Rédaction d'une analyse de risques achats dans laquelle il est interrogé le Rex des achats passés

Enseignements pour déclinaison opérationnelle sur site :

- Réalisation d'une expertise des ponts polaires et de la salle des machines en amont de leur future utilisation (voir liste des OPDEM) (rex de Brennilis comme Chooz A ayant eu des difficultés sur la fiabilité de leur moyen de manutention).
- Maintien des aires de stockages de type AOC pour les besoins du démantèlement (enseignement de Chooz Al)

EDF cherchera de plus à bénéficier des savoir-faire en place en fin d'exploitation pour faciliter l'exécution des activités de PDEM. Enfin les réussites des opérations de démontage et d'évacuation de gros composants réalisées régulièrement en arrêt de tranche seront des sources de performance pour leur réalisation lors du démantèlement.

En ce qui concerne le partage de retour d'expérience hors EDF et en particulier hors de France, des experts d'EDF participent aux séminaires internationaux de déconstruction (EPRI, OCDE, AEIA) et assurent l'échange de REX en matière de déconstruction auprès d'exploitants étrangers (Grande-Bretagne, États-Unis, Espagne, Allemagne, Suisse et Japon).

Au niveau international, la faisabilité du démantèlement complet de centrales de type REP est démontrée : les centrales américaines de Maine Yankee, Connecticut Yankee, Rancho Seco et San Onofre ont été démantelées avec succès, de même que la centrale de José Cabrera en Espagne.

En 2017, une revue d'experts internationaux du scénario de démantèlement de Fessenheim s'est tenue. Les experts ont analysé les études réalisées et ont échangé de manière intensive avec les experts d'EDF. En synthèse, les experts ont souligné qu'EDF a effectivement mis la stratégie « déchets » au centre du scénario, de manière à permettre une articulation optimale entre le chantier de démantèlement et les filières de gestion des déchets hors site (approche dite « Waste led decommissioning »). La faisabilité technique du projet a été jugée sécurisée et le scénario prudent par le caractère éprouvé des processus choisis pour les opérations les plus délicates (découpe des internes et de la cuve).

Retour d'expérience FSD

Le retour d'expérience relatif à la FSD est disponible à l'ANNEXE 6

Retour d'expérience contamination « alpha »

Concernant la problématique des chantiers présentant des risques de contamination « alpha », le retour d'expérience a été capitalisé pendant toute la phase d'exploitation des deux tranches de Fessenheim en termes de suivi des différents indicateurs de dissémination d'actinides dans les circuits de l'installation. Il est aujourd'hui utilisé pour la production de l'inventaire radiologique pour le

démantèlement et sera utilisé (en complément de la réalisation de cartographies de réactualisation du contexte radiologique) pour identifier la présence éventuelle du risque alpha dans le cadre de la réalisation des analyses de risques radiologiques des futurs chantiers de démantèlement. A ce jour, les défauts de gainage durant l'exploitation n'ont pas conduit à la mise en place de chantiers à risque alpha.

Enfin, le retour d'expérience des différents chantiers à risque alpha menés sur les installations d'EDF actuellement en cours de démantèlement sera également pris en compte tant au niveau de la définition des équipements de protections collectives à mettre en place que des protections individuelles à porter par les intervenants. Ces éléments sont intégrés dans le référentiel radioprotection de démantèlement d'EDF, périodiquement mis à jour afin de prendre en compte ce retour d'expérience, les évolutions réglementaires et l'état de l'art en la matière.

Retour d'expérience de la phase de fonctionnement des tranches

Les événements survenus lors de l'exploitation ont été examinés au regard de leur impact potentiel sur les opérations de démantèlement, d'assainissement des structures et de réhabilitation des sols.

Les événements d'intérêt sont présentés dans la pièce 8 du dossier de DEM à transmettre par EDF (Vol I chapitre 2 section 12 « incidents d'exploitation »).

On peut citer à titre d'exemple les évènements suivants qui ont été pris en compte :

- 9/12/1982 : fuite d'eau dans le BAN qui s'est écoulée dans les galeries sèches G1, G2, G12 et G13
- 26/05/1990 : Rejet incontrôlé de 5 m^3 d'eau radioactive au cours d'une opération de vidange de la bâche PTR tranche 2
- 03/08/1998 : Contamination du sol sous le BAN
- 09/02/1999 : Contamination de la nappe phréatique par du tritium
- 24/01/2004 : pollution du circuit primaire par des résines TEP.

Parmi les évènements de fonctionnement, on distingue :

- ceux ayant conduit à des déversements d'effluents et qui ont été contenus dans des rétentions ou des locaux : ils présentent un impact pour la phase d'assainissement ; les surfaces concernées sont catégorisées en surfaces ayant été en contact avec du fluide contaminé (voir § 4.9.1)
- ceux ayant pu générer (potentiellement ou de manière avérée) un marquage des sols

Les zones à risque de marquage radiologique identifiées sur la base d'une enquête historique et d'une hiérarchisation des risques ont été investiguées (sondages, prélèvement de sols, analyses). Les investigations ont été réalisées au plus proche des installations sans risquer d'endommager les étanchéités. Elles n'ont donc pas été réalisées au droit des bâtiments mais en extérieur au plus proche.

Un état des sols, basé sur des investigations réalisées en 2019, est présenté dans la pièce 7 du dossier de DEM à transmettre par EDF (chapitre 5 « Sol et eaux souterraines »).

- Les résultats montrent l'absence de substances à des teneurs nécessitant la mise en place de mesures de gestion.
- Des investigations complémentaires seront ponctuellement faites après déconstruction dans les zones où des doutes persistent sous les bâtiments.
- A noter la surveillance régulière des eaux souterraines du site en surveillance indirecte des sols et permettant de prévenir la propagation de marquage sur site ou vers l'extérieur du site.

4.11. JUSTIFICATION DES CHOIX TECHNIQUES DU POINT DE VUE DE LA PROTECTION DES INTERETS

La protection des intérêts recouvre le confinement des matières radioactives, la protection des personnes et de l'environnement contre les rayonnements ionisants, la limitation des rejets et la gestion des déchets.

Confinement des matières radioactives

Pendant les travaux de démantèlement et d'assainissement des bâtiments de l'ilot nucléaire, le confinement est assuré par des moyens appropriés mis en œuvre au plus près des matières radioactives disséminables. La limitation de l'exposition du public est assurée par la maitrise du confinement.

Pendant les phases de transfert et de transit des déchets, le confinement des matières radioactives est assuré par le conditionnement des colis de déchets et les dispositions organisationnelles de gestion des déchets, notamment pour les manutentions.

Protection des personnes et de l'environnement contre les rayonnements ionisants

Les dispositions en place pendant le démantèlement, notamment pour la nouvelle IDT, devront garantir le respect de cette fonction de sûreté.

Limitation des rejets d'effluents liquides et gazeux radioactifs

Lors des opérations sur les chantiers (notamment les découpes), des gaz et des aérosols sont émis.

Ces effluents radioactifs gazeux, ainsi que la totalité de l'air extrait des locaux nucléaires, sont collectés par les réseaux d'extraction des systèmes de ventilation. Ils sont filtrés par des filtres absolus afin de limiter l'activité radiologique, avant d'être rejetés à l'atmosphère via la cheminée de rejet du site.

Une aspiration à la source et une filtration de chantier peuvent être mises en place si nécessaire pour certaines opérations de découpe ou d'assainissement afin de limiter au maximum les rejets d'effluents (aérosols).

La cheminée de rejet est équipée de deux mesures d'activité redondantes, permettant de contrôler en permanence l'activité rejetée. De la même manière qu'en phase de fonctionnement, à chaque mesure sont associées une préalarme et une alarme réglée. En cas de franchissement de la préalarme, les travaux éventuellement en cours sont interrompus et les investigations sont lancées.

De même, les effluents liquides produits sont collectés et font l'objet d'un traitement visant à en réduire l'activité radiologique. Ils sont ensuite contrôlés avant d'être rejetés. La ligne de rejet est équipée de deux mesures d'activité redondantes, permettant de contrôler en permanence l'activité rejetée et de stopper le rejet si l'activité n'est pas conforme.

Les rejets liquides et gazeux sont réalisés dans le respect des limites fixées par les autorisations de rejets en place.

Gestion des déchets

La planification des opérations de découpe et conditionnement des déchets tient compte de la disponibilité des filières d'accueil des déchets. Ce cadencement permet d'avoir une cinématique d'évacuation des déchets et des durées d'entreposage temporaire sur site conformes avec les limitations d'entreposage sur site.

5. ETAT FINAL ENVISAGE

5.1. PRESENTATION ET JUSTIFICATION DE L'ETAT FINAL ENVISAGE

Compte tenu de la prévision d'utilisation ultérieure décrite au § 5.2 (usage industriel du site), l'état final du site doit être cohérent avec les caractéristiques suivantes :

- le site reste hors du domaine public ;
- l'implantation de nouvelles installations industrielles nécessite au préalable un comblement des cavités souterraines.

Ceci se traduit de la manière suivante en ce qui concerne l'état final retenu :

- en préalable à la démolition, chaque bâtiment ou structure originellement nucléaire est assainie puis déclassée[13] ;
- après démolition des superstructures et des voiries, les cavités restantes sous le niveau du sol sont comblées avec un remblai approprié. Les gravats non nucléaires issus de la démolition sont utilisés dans la mesure du possible comme remblai après avoir été concassés. La nature des remblais et la localisation de ces comblements seront répertoriées et archivées. La plateforme est nivelée au niveau du terrain naturel ;
- les sols sont réhabilités en conformité avec les dispositions réglementaires en vigueur et en fonction de l'usage futur retenu.

Enfin, une présentation de l'état du site après le démantèlement, comportant notamment une analyse de l'état du sol, figure dans le dossier de demande de déclassement, associé à une servitude d'utilité publique éventuelle.

5.2. PREVISIONS D'UTILISATION ULTERIEURE DU SITE

A ce jour, la prévision d'utilisation du site au-delà de 2040 n'est pas connue.

[13] Conformément aux dispositions des articles L.593-7 et suivants de [8] et des articles R. 593-69 et suivants de [2]

5.3. INCERTITUDES ASSOCIEES A LA DESCRIPTION DE L'ETAT FINAL

La décision de ne pas réutiliser le site de Fessenheim pour une application autre qu'industrielle conduit à limiter les incertitudes relatives à la description de l'état final.

A ce jour, compte tenu du retour d'expérience disponible concernant le démantèlement des centrales de type REP et de l'avancement des études d'ingénierie dans ce domaine, il n'a pas été identifié d'incertitudes quant à l'atteinte de cet état final.

5.4. EVALUATION DE L'IMPACT DE L'INSTALLATION ET DU SITE APRES L'ATTEINTE DE L'ETAT FINAL ENVISAGE ET MODALITES DE SURVEILLANCE ASSOCIEES

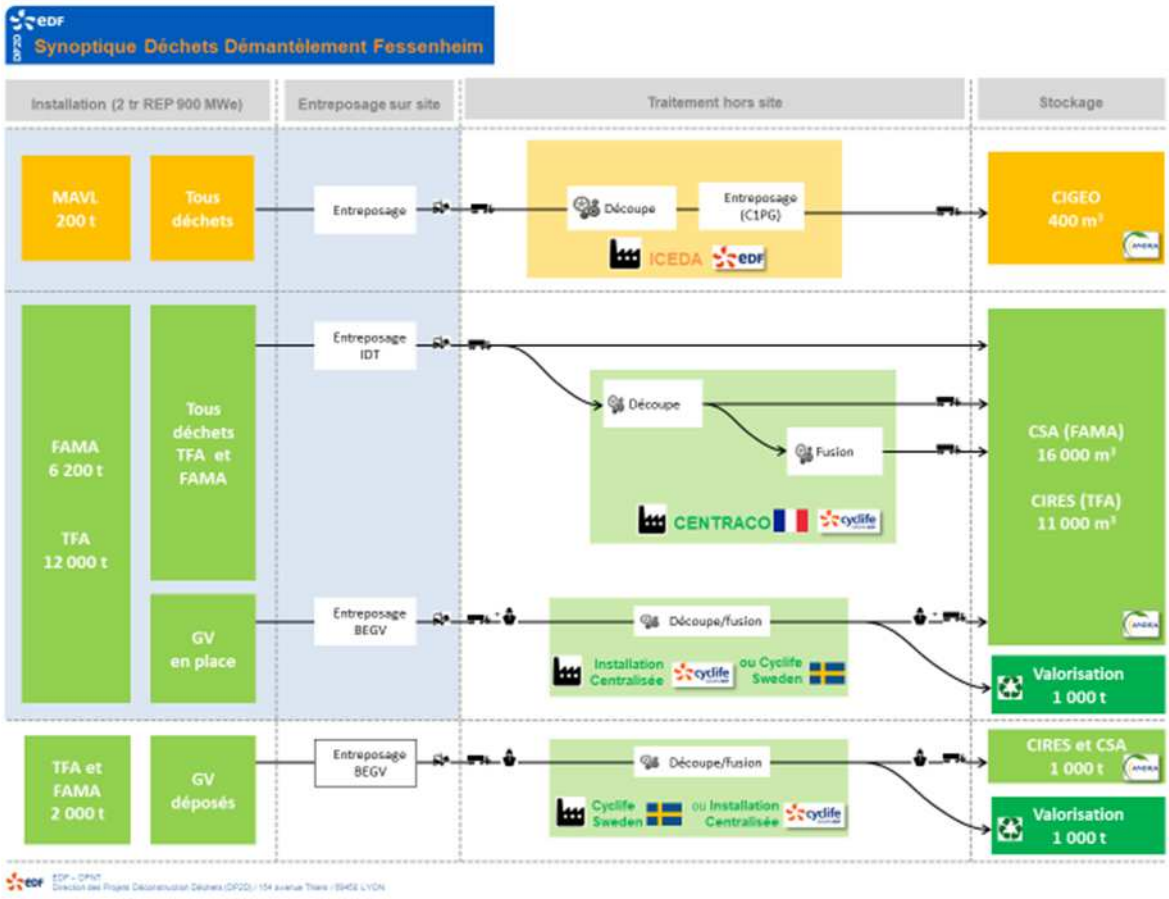
Un dossier comprenant notamment une analyse de l'état des sols sera soumis à l'ASN[14] en vue de déclasser l'INB. Si nécessaire, en fonction des résultats, des dispositions de surveillance seront mises en œuvre, pendant une période donnée, avec mise en place, le cas échéant, de servitudes d'utilité publique.

Cette surveillance devra naturellement être réduite et supprimée à terme en fonction des analyses présentées par l'exploitant et des décisions de l'administration.

[14] Conformément à l'article Art. R. 593-73 du [2]

ANNEXES

ANNEXE 1 : SYNOPTIQUE DE GESTION DES DECHETS RADIOACTIFS



ANNEXE 2 : DOCUMENTS DE REFERENCE

[1] Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base modifié par l'arrêté du 26 juin 2013

[2] Décret n°2019-190 du 14 mars 2019 codifiant les dispositions applicables aux installations nucléaires de base, au transport de substances radioactives et à la transparence en matière nucléaire

[3] Guide ASN n°6 - version du 30 août 2016 « Arrêt définitif, démantèlement et déclassement des installations nucléaires de base en France »

[4] Guide ASN n°23 version du 30 aout 2016 « Etablissement et modifications du plan de zonage déchets des installations nucléaires de base »

[5] Guide ASN n°14 version du 30 août 2016 « Assainissement des structures dans les installations nucléaires de base »

[6] Guide ASN n°24 version du 30 août 2016 « Gestion des sols pollués par les activités d'une installation nucléaire de base »

[7] Rapport de Sûreté Fessenheim, édition VD3

[8] Code de l'Environnement

[9] Code du Travail

[10] Code de la Santé Publique

[11] 2017-DC-0616 Décision relative aux modifications notables des INB

[12] Courrier ASN relatif au dossier d'orientation du réexamen et plan de démantèlement de l'INB n°75 (Fessenheim) – CODEP-DRC-2019-029982 – 20/12/2019

ANNEXE 3 : GLOSSAIRE

AIP	Activité Importante pour la Protection (des intérêts)
ALARA	As Low As Reasonably Achievable
ANDRA	Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs
ASN	Autorité de Sûreté Nucléaire
BAC	Bâtiment des Auxiliaires de Conditionnement
BAN	Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires
BEGV	Bâtiment d'Entreposage des GV usés
BES	Bâtiment d'Entretien de Site
BIM	Building Information Management
BK	Bâtiment Combustible
BL	Bâtiment Electrique
BR	Bâtiment Réacteur
BW	Bâtiment Périphérique
CEA	Commissariat à l'Energie Atomique et aux énergies alternatives
CENTRACO	Centre nucléaire de traitement et de conditionnement - SOCODEI
CIGEO	Centre Industriel de stockage GEOlogique - ANDRA
CIRES	Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage - ANDRA
CNPE	Centre Nucléaire de Production d'Electricité
CPP	Circuit Primaire Principal
CPY	Standard palier des tranches 900 MWe autres que Bugey et Fessenheim
CSA	Centre de Stockage de l'Aube
DAC	Décret d'Autorisation de Création
DAE	Déchet Activé d'Exploitation
DAD	Déchet Activé de Démantèlement
DDAE	Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale
DEM	Démantèlement
DGEC	Direction Générale de l'Energie et du Climat
DIM	Dismantling Information Model
DP2D	Direction Projets Déconstruction et Déchets
DPN	Division Production Nucléaire
DPNT	Direction du Parc Nucléaire et Thermique
EIP	Elément Important pour la Protection (des intérêts)
EPRI	Electric Power Research Institute
FAMA	Faible Activité & Moyenne Activité
GV	Générateur de Vapeur
GMPP	Groupe Moto Pompe Primaire
HA	Haute Activité
ICEDA	Installation de Conditionnement et d'Entreposage de Déchets Activés – EDF
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IDT	Installation de Découplage et de Transit

INB	Installation Nucléaire de Base
INB n°75	CNPE Fessenheim
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economique
MAVL	Moyenne Activité Vie Longue
PDEM	Préparation au DEMantèlement
PGC	Plan Général de Coordination
PIGD	Programme Industriel de Gestion des Déchets
PLM	Plant Life Management
PMUC	Produits et Matériaux Utilisables en Centrale
PNGMDR	Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs
PTR	Circuit d'appoint d'eau aux piscines de l'ilot nucléaire
PUI	Plan d'Urgence Interne
RCD	Réacteur Complètement Déchargé
REP	Réacteur à Eau Pressurisée
REX	Retour d'EXpérience
RGV	Remplacement des Générateurs de Vapeur
RSC	Réacteur Sans Combustible
SDM	Salle des Machines
SDP¨	Station de Pompage
TES	Traitement des Effluents Solides
TEU	Traitement des Effluents Usés
TFA	Très Faiblement Actif

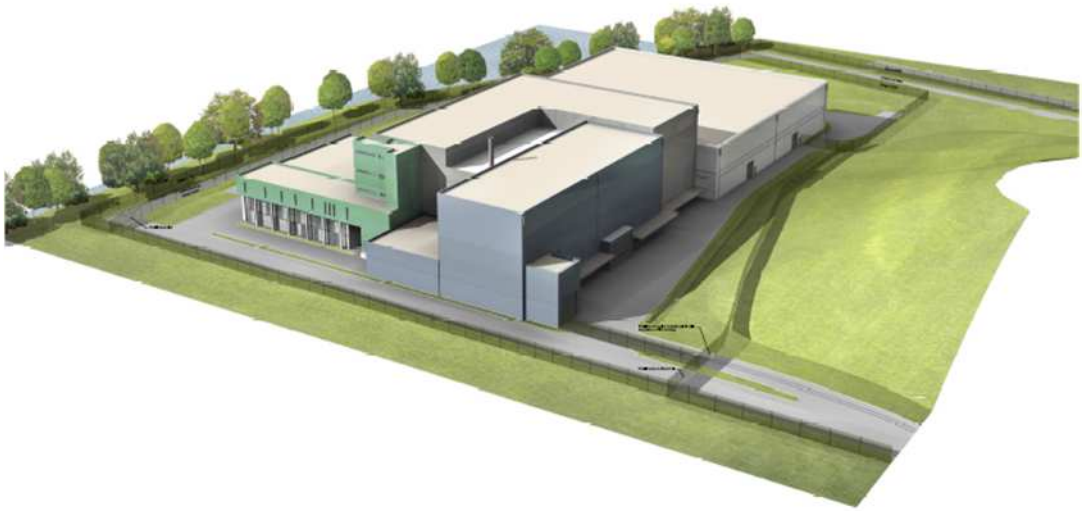
ANNEXE 4 : INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES DECHETS

Ci-dessous sont présentés :

- l'installation d'entreposage provisoire ICEDA ;
- les installations de stockage CSA et CIRES ;
- les installations de traitement CENTRACO et CYCLIFE SWEDEN.

1. ICEDA

ICEDA est une installation d'entreposage provisoire située sur le site de la centrale de Bugey (Ain). ICEDA (Installation de Conditionnement et d'Entreposage des Déchets Activés) permettra de réceptionner, de conditionner et d'entreposer l'ensemble des déchets radioactifs de moyenne activité à vie longue provenant de la déconstruction des centrales nucléaires et certains déchets d'exploitation des réacteurs en fonctionnement, pour une durée prévisionnelle de 50 ans. Ces déchets seront ensuite évacués vers le centre de stockage (CIGEO) qui sera réalisé et exploité par l'ANDRA.



2. CSA

Le site nucléaire de Soulaines-Dhuys (Aube) abrite le Centre de Stockage de l'Aube (CSA) exploité par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA).

Il est situé à environ 50 km de Troyes. Le CSA est destiné au stockage en surface des déchets de faible et moyenne activité (FAMA), il a été mis en service en 1992. Il est, depuis l'arrêt de l'exploitation du centre de stockage de la Manche en 1994, le seul site français de stockage en surface de déchets radioactifs. Outre sa capacité de stockage d'un million de mètres cubes, cette installation comporte également une unité industrielle de conditionnement des déchets. Ce site constitue l'installation nucléaire de base (INB) n° 149.

3. CIRES

Le site nucléaire de Morvillier (Aube) abrite le Centre Industriel de Regroupement, d'Entreposage et de Stockage (CIRES) exploité par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA).

Le CIRES est destiné à la prise en charge des déchets de Très Faible Activité (TFA), il a été mis en service en 2003.

4. CENTRACO

La plateforme de Marcoule accueille le **CENtre nucléaire de TRAitement et de COnditionnement (Centraco)** et est exploité par EDF.

Créé en 1996 et mis en service en 2008, CENTRACO a pour but de trier, décontaminer, valoriser, traiter et conditionner, en particulier en réduisant leur volume, des déchets et des effluents faiblement radioactifs provenant de producteurs français et étrangers. Ces déchets sont ensuite acheminés vers le CSA.

Cette installation comprend :

- une unité de fusion où sont fondus les déchets métalliques pour un tonnage annuel maximal de 3 500 tonnes ;
- une unité d'incinération où sont incinérés les déchets combustibles pour un tonnage annuel maximal de 3 500 tonnes de déchets solides et 2 000 tonnes de déchets liquides ;
- des entreposages de cendres et de mâchefers, de déchets liquides et d'effluents de lessivages ainsi que de déchets métalliques ;
- une unité de maintenance.

5. CYCLIFE SWEDEN

Le site de Nyköping, situé en Suède, abrite les installations de CYCLIFE Sweden, qui sont exploitées par EDF.

Le site est accessible par la mer. L'installation a pour but de trier, décontaminer, valoriser, traiter et conditionner, en particulier en réduisant leurs volumes, des déchets et des effluents faiblement radioactifs provenant de producteurs étrangers. Ces déchets sont valorisés par libération, entreposés sur site en vue de leur libération ou réacheminés, si non libérables, aux producteurs des déchets pour stockage. Ce site n'est pas un centre de stockage permanent.

Cette installation comprend :

- une unité de fusion où sont fondus les déchets métalliques pour un tonnage annuel de 5000 tonnes ;
- une unité d'incinération et de pyrolyse de déchets solides et liquides pour un tonnage annuel de 600 tonnes ;
- un atelier de découpe de gros composants jusqu'à 400 tonnes et 30 mètres de longueur (i.e. générateur de vapeur) pour un total annuel de 2000 tonnes ;
- la possibilité de libérer 2500 tonnes par an suivant un seuil de libération conformément aux réglementations en vigueur.

ANNEXE 5 : OPDEM EVACUATION COMBUSTIBLE USE

Chaque cœur des tranches 1 et 2 est composé de 157 assemblages combustibles qui seront définitivement déchargés respectivement pour la tranche 1 et la tranche 2 en mars et en juillet 2020. Quelques assemblages issus des campagnes précédentes sont également présents en piscine de désactivation. Ces assemblages seront transportés par lot de 12 en emballage TN12/2 exclusivement. Vu de début 2020, le bilan des assemblages à évacuer vers la Hague une fois les réacteurs définitivement déchargés est le suivant :

- sur Fessenheim 1 : 216 assemblages, un carquois de crayons non étanches et un postiche en uranium appauvri soit 20 évacuations combustibles, une évacuation supplémentaire étant retenue par précaution pour FES1 dans l'attente de la définition de l'exutoire de l'évacuation du postiche en uranium appauvri et du résultat des études et de l'agrément de transport pour le carquois.

- sur Fessenheim 2 : 241 assemblages soit 21 évacuations combustibles

Les assemblages déchargés en 2020 seront entreposés en piscine avant d'être évacués. En effet, les combustibles usés ne peuvent être chargés dans leur emballage de transport que s'ils sont suffisamment désactivés. Ce délai de désactivation est directement dépendant du niveau d'irradiation du combustible en réacteur et des caractéristiques physiques de l'assemblage. A partir des caractéristiques physiques des assemblages combustibles usés constituant le lot et de l'emballage de transport utilisé, le temps d'entreposage minimum sera déterminé pour que le lot constitué respecte à la fois la réglementation transport et l'agrément de l'emballage.

Concernant la logistique en BK, il convient de rappeler les contraintes suivantes :

- Réalisation d'une évacuation toutes les 2 semaines au maximum

- Impossibilité de réaliser des activités sur le combustible en parallèle sur les 2 tranches (1 seul jeu d'outillage et 1 seul lorry pour le transport de l'emballage)

- Réalisation des interventions de démantèlement de grappes en amont des évacuations combustibles (6 semaines dans chaque BK)

- Réalisation obligatoire de la maintenance annuelle des ponts et outils de manutention

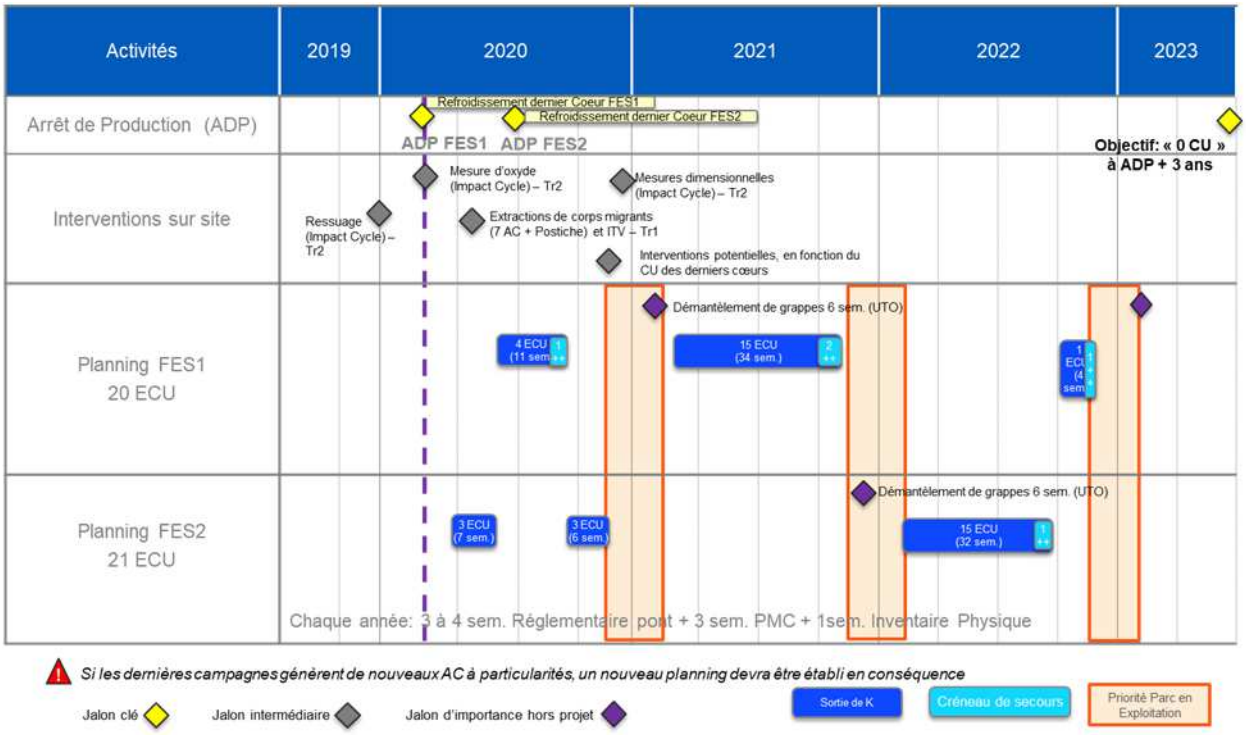
Les capacités de réception de La Hague et les moyens logistiques étant limités, les évacuations de Fessenheim sont planifiées hors de la période haute (novembre à février), période réservée au parc en exploitation.

Des interventions d'examen et de réparation d'assemblages doivent également être réalisées avant d'évacuer certains assemblages :

- 4 assemblages font l'objet d'un programme de surveillance d'entreposage à long terme (dossier « Impact Cycle ») soumis à engagement ASN : des mesures dimensionnelles, d'épaisseur de couche d'oxyde et d'étanchéité seront réalisées en amont de leur évacuation.

- Sur la tranche 1, une intervention visant à extraire les corps migrants présents sur 7 assemblages et le postiche en Uranium appauvri est programmée après le déchargement définitif.

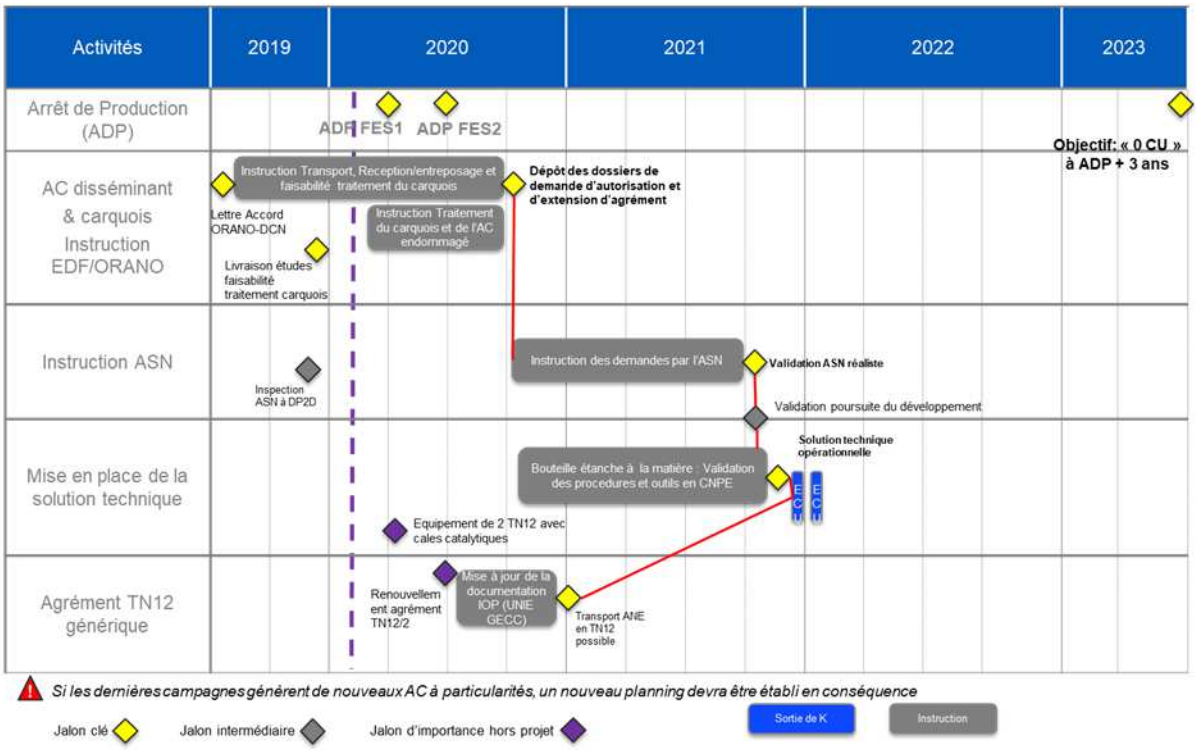
Compte-tenu de ces contraintes et de la disponibilité des emballages, le planning d'interventions et d'évacuations de combustible usé prévisionnel suivant est :



En cas d'aléas importants (grève, intempérie, aléas matériel, aléas d'exploitation sur Fessenheim ou sur le reste du parc…), la réalisation des évacuations conformément à ce planning pourrait être remise en question.

Par ailleurs, concernant les cas particuliers d'un assemblage endommagé sur la tranche 2 et d'un carquois de crayons non étanches sur la tranche 1, des études portant sur le transport en bouteille étanche à la matière, la réception/entreposage et le traitement à la Hague sont en cours de réalisation par ORANO et EDF. Les demandes d'autorisation pour le transport, la réception et l'entreposage seront déposées par ORANO à l'ASN en septembre 2020 pour une évacuation prévue fin 2021.

Le planning de réalisation est le suivant :



En synthèse, les actions nécessaires à l'évacuation au plus tôt de l'ensemble des assemblages combustibles de Fessenheim ont été lancées et un suivi régulier avec ORANO et le CNPE est réalisé par la Direction d'EDF en charge de la gestion des combustibles afin de garantir l'atteinte de l'objectif « 0 combustible » avant mi-2023.

ANNEXE 6 : OPDEM N°PDFS0002 DECONTAMINATION DES CIRCUITS PRIMAIRES (FSD)

1. INTRODUCTION

L'activité de décontamination des circuits primaires (FSD pour Full System Decontamination) est une activité de préparation au démantèlement couramment réalisée sur les tranches en démantèlement dans le monde. Cette annexe fournit les éléments suivants :

- Les raisons du choix de réalisation de la FSD et du choix du procédé,
- La description du procédé de décontamination,
- Les effluents et déchets solides générés,
- Le retour d'expérience international sur l'activité de décontamination.

2. CHOIX D'UNE DECONTAMINATION

Préambule : description des différents types de contamination

La contamination « labile ou non fixée »est une contamination superficielle du support, sous forme d'aérosols, de poussières ou de liquides, qui peut être remise en suspension facilement.

Ainsi, le risque de dispersion de la contamination est donc élevé lors des opérations liées au démantèlement, dans la mesure où celles-ci nécessitent des opérations de découpe mécaniques.

Nota : Les produits de corrosion induisent plus de 90% des doses lors des interventions sur le réacteur à l'arrêt. Les isotopes les plus pénalisants pour la dose sont le cobalt 60, le cobalt 58 et, dans quelques cas particuliers, l'argent 110 métastable et l'antimoine 124.

La contamination « fixée » est une contamination intégrée au support ou à une couche superficielle du support (par exemple, une couche de corrosion ou la peinture du support), qui ne peut être éliminée que par arrachage ou par érosion de la couche superficielle.

Nota : Lorsqu'un élément non radioactif notamment au sein d'un matériau, est soumis à un flux neutronique (bombardement par des neutrons), cet élément devient alors activé, c'est-à-dire qu'un ou plusieurs corps radioactifs (radionucléides) sont créés. Ces radionucléides sont appelés, produits d'activation. La décontamination telle qu'envisagée n'a pas pour objectif de limiter cette radioactivité.

Choix de la réalisation d'une FSD

La décontamination correspond à l'élimination partielle ou totale d'une contamination radioactive surfacique par des moyens techniques.

Elle a pour objectifs :

- la réduction du débit de dose de contact ou ambiant pour les travailleurs,
- la réduction des risques de dispersion par l'élimination ou la réduction de la contamination labile, et de ce fait de limiter les risques d'exposition interne, de contamination corporelle externe et d'améliorer la propreté radiologique des installations,
- l'atténuation du risque alpha.

Pour le démantèlement de l'INB n°75, trois solutions ont été envisagées pour le circuit primaire :

- La décontamination complète du circuit primaire (cuve, internes et GV inclus), et des circuits connectés,
- La décontamination partielle (hors cuve et boucle primaire notamment),
- La non réalisation d'une décontamination du circuit primaire.

À noter qu'afin de bénéficier au plus tôt de l'abaissement significatif du débit de dose de contact et de l'ambiance dosimétrique et ainsi de faciliter un plus grand nombre d'opérations lors du démantèlement, dans le cas du choix d'une mise en œuvre d'une décontamination (complète ou partielle), celle-ci est réalisée dès que possible durant la phase de P-DEM.

Le tableau ci-après, reprend les principales caractéristiques de ces trois solutions au regard de différents critères, en différenciant les enjeux relatifs à la phase de P-DEM et à la phase de démantèlement.

	Inconvénients et production de déchets		Sécurité / sûreté		Coût et mise en œuvre	
Décontamination complète	PDEM : - Déchets : production de déchets induits par la décontamination (filtres, résines, etc.). - Effluents : production d'effluents liquides induits par la décontamination. DEMANTELEMENT : - Déchets : . réduction de la radioactivité des déchets, voire possibilité de déclassement de certains déchets ; . optimisation du nombre et du type de colis, en raison notamment de la réduction de la protection biologique ; . réduction du volume des déchets radioactifs ultimes à stocker. - Effluents : réduction du risque de dispersion et des rejets à l'atmosphère lors des opérations de démantèlement.	+	PDEM : - Sécurité : . dose reçue pendant l'opération de décontamination ; . manipulation des produits chimiques nécessaires à l'opération de décontamination. - Sûreté : entreposage des déchets et des effluents induits par la décontamination (par exemple 5 à 10 ans pour les résines). DEMANTELEMENT : - Sécurité : réduction du débit de dose ambiant et de contact lors des opérations de démantèlement. - Sûreté : réduction des contraintes de classes de confinement et du risque alpha lors des opérations de démantèlement.	++	PDEM : - Coût : coûts liés à l'entreposage des effluents et des déchets induits par la décontamination et coûts liés à l'opération de décontamination. DEMANTELEMENT : - Mise en œuvre : facilitation des interventions de contact lors du démantèlement. - Coût : coût optimisé lors des opérations de démantèlement (gestion des déchets, moyens d'intervention, ...) par rapport à l'absence de décontamination.	++
Décontamination partielle	PDEM : Cf. « décontamination complète ». À noter cependant que les déchets et les effluents liquides induits par la décontamination partielle sont produits en plus faibles quantités que pour une décontamination complète. DEMANTELEMENT : Cf. « décontamination complète ». À noter cependant que les optimisations liées aux déchets de démantèlement sont moindres, notamment concernant la réduction de la radioactivité des déchets. Les optimisations liées aux effluents liquides et à l'atmosphère sont quant à elles dépendantes des portions non décontaminées et de leurs modalités d'évacuation (par exemple en cas d'évacuation du déchet en monoblocs, aucune opération de découpe n'est à prévoir).	++	PDEM : Cf. « décontamination complète ». À noter cependant que dans le cas d'une décontamination partielle les opérateurs seront également exposés lors des opérations de mise en place et de retrait du système de by-pass (aspect sécurité) mais qu'il y a moins de déchets et d'effluents induits à entreposer (aspect sûreté). DEMANTELEMENT : Cf. « décontamination complète ». À noter cependant que dans le cas d'une décontamination partielle les opérateurs seront davantage exposés lors des opérations de démantèlement (aspect sécurité) et qu'il y a davantage de contraintes liées aux classes de confinement (aspect sûreté).	+	PDEM : Cf. « décontamination complète ». À noter cependant que dans le cas d'une décontamination partielle les coûts supplémentaires liés à la décontamination sont moindres et que la mise en œuvre des by-pass peut être complexe. DEMANTELEMENT : Cf. « décontamination complète ». À noter cependant que dans le cas d'une décontamination partielle la mise en œuvre et les coûts sont moins optimisés.	+
Absence de décontamination	PDEM : - Déchets : pas de déchets induits par une décontamination. - Effluents : pas d'effluents induits par une décontamination. DEMANTELEMENT : - Déchets : augmentation du nombre de colis, de la protection biologique nécessaire pour évacuer les déchets et du volume des déchets ultimes à stocker. - Effluents : augmentation significative du risque de dispersion et des rejets à l'atmosphère lors des opérations de démantèlement.	- -	PDEM : - Sécurité : pas d'exposition due à l'opération de décontamination ni de manipulation des produits chimiques nécessaires à la décontamination. DEMANTELEMENT : - Sécurité : débit de dose ambiant et au contact élevés lors des opérations de démantèlement, mais pas d'exposition lors du démantèlement du circuit primaire (opérations en télé-opéré). - Sûreté : davantage de contraintes liées aux classes de confinement.	-	PDEM : - Mise en œuvre : pas d'opération de décontamination à mettre en œuvre. - Coût : pas de coût lié au procédé de décontamination. DEMANTELEMENT : - Mise en œuvre : préparation des chantiers et des opérations de démantèlement plus difficile. Certaines zones non accessibles en raison d'une radioactivité trop élevée, d'où la nécessité de travailler en télé-opéré pour ces zones. - Coût : coûts supplémentaires liés aux opérations de démantèlement (moyens d'intervention et durées plus importants) et à la gestion des déchets.	-

Légende : ++ : très bonne optimisation ; + : bonne optimisation ; - : mauvaise optimisation ; - - : très mauvaise optimisation.

Avantages obtenus par la mise en œuvre d'une décontamination complète du circuit primaire au plus tôt

La suppression de la majorité de la contamination fixée et non fixée du circuit primaire présente dans la couche d'oxyde permet d'envisager :

- Un gain dosimétrique obtenu après l'opération de FSD estimé à ce jour, à 3 H.Sv par tranche,
- Une amélioration des conditions d'intervention par une meilleure ergonomie des postes de travail, une plus grande facilité d'accès aux zones de chantier, en particulier par la réduction du nombre d'interventions en tenues étanches ventilées (TEV), une meilleure maitrise de la propreté radiologique par l'abaissement du niveau de contamination labile et fixée,
- Des durées d'intervention optimisées,
- Des volumes de travail exposé (VTE) réduits, par un moindre besoin en termes de protections biologiques (optimisation des opérations de logistique) et donc une suppression des transferts de doses,
- Des DeD optimisés, notamment les zones oranges actuelles situées dans les casemates des GV,

Nota : Les facteurs de réduction des débits de dose (FRDD) attendus sont de 80 pour les circuits en acier inox et d'environ 30 pour le faisceau tubulaire des générateurs de vapeur.

Inconvénients engendrés par cette décontamination complète :

La dose prévisionnelle intégrée pour la réalisation de ce chantier est de l'ordre de 90H.mSv pour les 2 tranches. Cette prise de dose chantier est très en-deçà des gains obtenus sur les chantiers de démantèlement ultérieurs (démarche ALARA globale).

La contamination retirée des différents circuits est prévue d'être ensuite piégée et concentrée à la fois dans des résines échangeuses d'ions et des filtres papiers. Ces déchets solides induits feront l'objet d'un traitement particulier (enrobage par le procédé MERCURE et colisage en coques C1PG).

Choix du procédé de décontamination

Il existe différents types de procédés de décontamination : chimique, mécanique ou mixte. Le procédé de décontamination est sélectionné principalement au regard des objectifs de décontamination recherchés et des contraintes d'intervention (matériau, géométrie, niveau d'activité et type de contamination par exemple).

La mise en œuvre de procédés de décontamination mécaniques ou mixtes (chimique et mécanique) imposerait au vu de la configuration des circuits une décontamination par portion de circuits et non dans sa globalité.

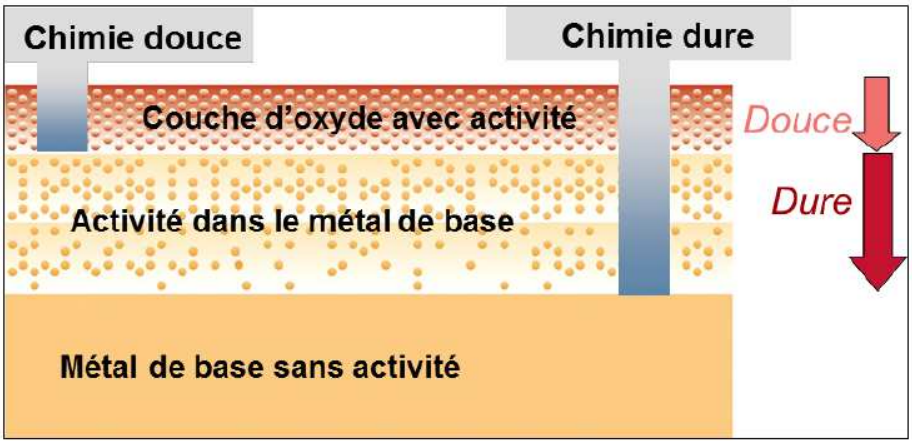
Ces solutions mécaniques (hydrosalage, furetage) ou mixtes sont donc jugées peu adaptées, non compétitives et très dosantes en regard d'une décontamination chimique FSD, réalisée à distance, et qui permet une décontamination maitrisée, homogène et sur des surfaces très importantes (la surface totale à décontaminer est d'environ 20.000m² par tranche

La FSD permet aussi, de limiter l'empreinte environnementale, en optimisant, les résines de purification, et les effluents liquides et gazeux induits. De plus la recirculation de fluide est réalisée par les pompes existantes des de l'installation et limite ainsi la production des déchets.

En conclusion, la FSD est la Meilleure Technique Disponible à ce jour afin d'optimiser les doses collectives intégrées par les intervenants au cours des opérations de démantèlement.

Enfin, le scénario de démantèlement de l'INB n°75 privilégie une décontamination chimique et notamment une décontamination avec chimie douce, qui permet, selon le nombre de cycles, de supprimer la majeure partie de la contamination présente dans les couches d'oxydes.

En effet, bien qu'une décontamination avec chimie dure limite la radioactivité des déchets générés par la suite, pendant le démantèlement, le procédé par chimie dure n'est pas retenu en raison de l'agressivité des réactifs vis-à-vis des matériaux (risque de générer des inétanchéités) et de la quantité plus importante de résines produites par ce procédé, sans pour autant améliorer de manière significative les ambiances dosimétriques.



De plus, quel que soit le procédé, il n'est pas possible d'obtenir un niveau de décontamination total dans le but d'atteindre le critère TFA pour l'ensemble des équipements, comme c'est par exemple le cas pour la partie basse des GV.

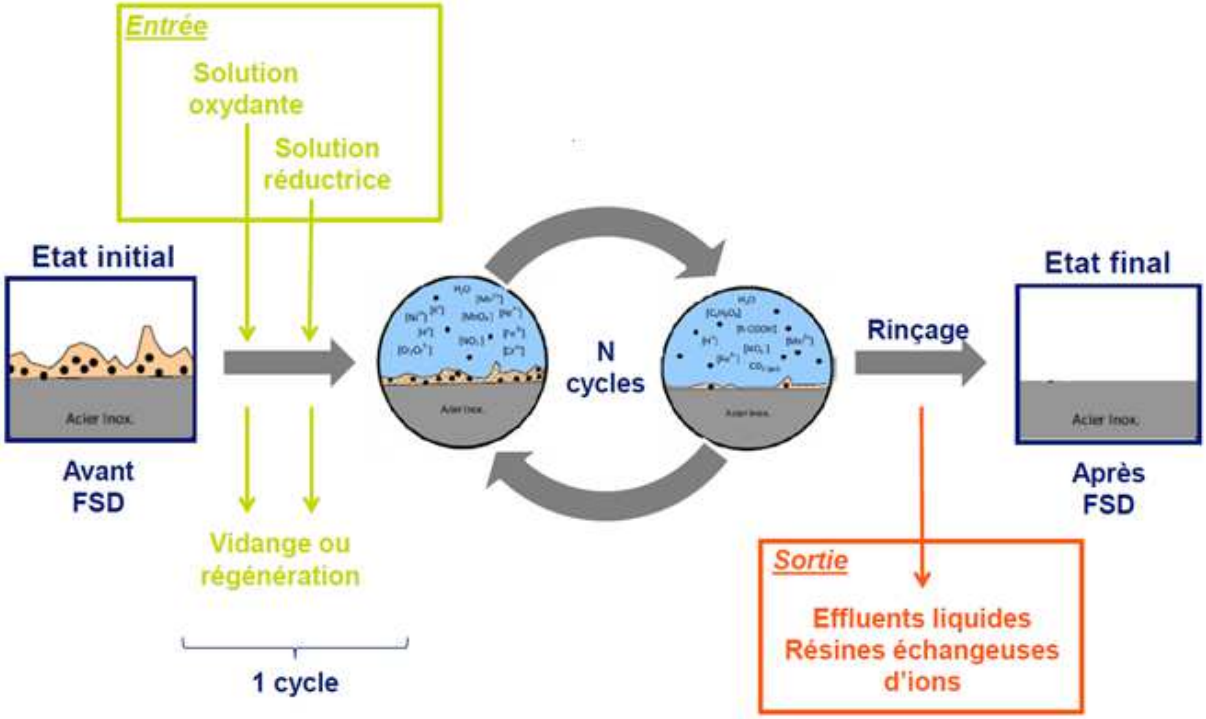
3. DESCRIPTION DU PROCEDE DE DECONTAMINATION

Le procédé HP/AP CORD® UV retenu par EDF est un procédé chimique de décontamination douce dit « régénérateur (*) » capable d'éliminer les couches d'oxyde contaminées et donc l'activité, sans affecter le métal de base et avec un niveau élevé de compatibilité avec les matériaux.

(*) Le procédé dit « régénérateur » évitera des vidanges complètes des circuits entre chaque phase du procédé. Cette caractéristique est une donnée essentielle permettant d'optimiser la production d'effluents à traiter puis à rejeter. Plusieurs cycles seront nécessaires pour retirer la grande majorité de la couche d'oxyde présente dans les circuits.

La décontamination des circuits s'effectuera avec une eau sans bore. Ainsi, les circuits concernés, d'un volume global de 350m3 à la concentration en bore de 2500ppm (Cb), feront l'objet d'une déboratation préalable. Le seuil fixé est au maximum de 10ppm. Cette déboratation sera effectuée lors de la mise à l'arrêt des réacteurs, par le biais d'une part de la vidange complète du CPP et des circuits connectés jusqu'au niveau de la génératrice inférieure, puis d'autre part, de la vidange du volume résiduel dans la cuve par plusieurs piquages du système RIC.

Schématisation d'une décontamination douce (sans attaque du métal de base) ci-dessous



Le cycle de décontamination se décompose de la manière suivante :

- **Phase 1 : Oxydation** (de 90 à 110°C)
  L'oxydation acide (HP) est réalisée avec une solution diluée **d'acide permanganique** (HMnO4).
  L'oxydation alcaline (PA) est réalisée avec une solution de **permanganate de potassium** et d'hydroxyde de sodium (KMnO4 + NaOH) ou d'hydroxyde de potassium (KMnO4 + KOH).

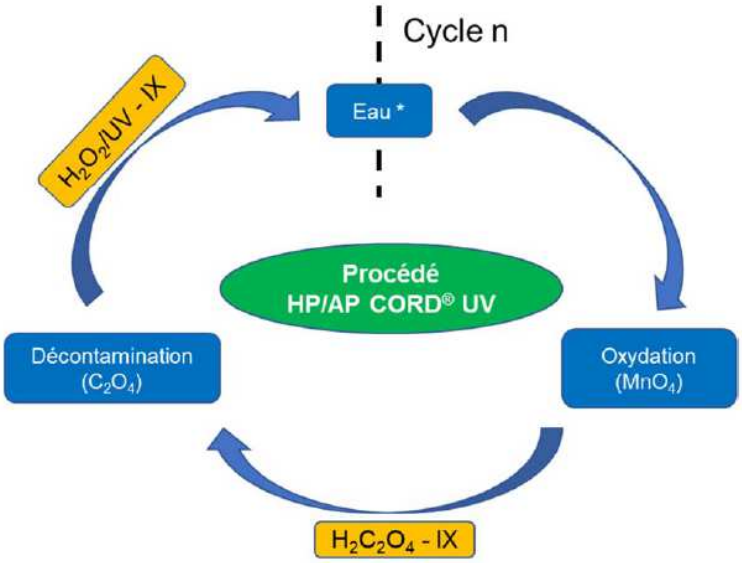
- **Phase 2 : Réduction** avec une phase de purification intermédiaire (de 60 à 95°C)
  Une fois la phase d'oxydation terminée, l'excès de permanganate (le cas échéant) est éliminé par addition d'une quantité stœchiométrique du réactif chimique de décontamination, l'acide oxalique.
  Après la phase de réduction, une purification intermédiaire du nickel en solution est effectuée. Le chrome en solution est ensuite éliminé.

- **Phase 3 : Décontamination** (de 60 à 95°C)
  La caractéristique de la phase de décontamination est la présence **d'acide oxalique** libre en solution qui permet la dissolution du fer. La dissolution du fer permet à la solution de décontamination d'accéder aux couches d'oxydes internes qui n'étaient pas exposées auparavant aux solutions de décontamination.

- **Phase 4 : Décomposition par UV** (de 60 à 95°C)
  Lorsque la phase de décontamination est terminée, la décomposition de l'acide oxalique présent dans la solution débute.
  La décomposition par UV réduit considérablement la quantité de déchets générés. La décomposition de l'acide oxalique en dioxyde de carbone et en eau est réalisée par oxydation photo-catalytique humide en utilisant une source de lumière UV, du peroxyde d'hydrogène et du fer, comme catalyseur.

- **Phase 5 : Purification** (de 60 à 95°C)

Une fois la décomposition de l'acide oxalique et l'élimination des produits de corrosion cationique terminées, et, alors que les lits cationiques sont toujours connectés, des lits de résines anioniques ou des lits de résines mélangées sont utilisés pour éliminer les métaux anioniques (chrome) et une partie de l'activité. À la fin de l'étape de purification, l'eau présente dans le circuit peut être utilisée pour le cycle suivant.



4. EFFLUENTS ET DECHETS SOLIDES GENERES

Effluents liquides

Les effluents liquides produits au titre de ces FSD, se décomposent de la manière suivante :

- Effluents issus de la vidange de la boucle de décontamination à l'état final,
- Effluents résultant de l'injection d'eau SED aux joints de pompes primaires lors des phases d'oxydation et de réduction. Cette injection aux joints est nécessaire pour assurer un fonctionnement optimal des pompes et une non dégradation des joints qui pourrait conduire à l'arrêt des pompes primaires,
- Effluents issus de la décharge de solution de décontamination pendant la décontamination, afin d'obtenir suffisamment de volume libre dans la boucle de décontamination pour réaliser l'injection des réactifs chimiques et pour absorber les variations de volumes lors des chauffages.
- Eau utilisée pour le transfert/empotage des résines neuves vers les colonnes porte-résines de l'outil de décontamination,
- Eau utilisée pour le transfert/dépotage des résines usées vers les bâches TES de stockage des résines usées,
- Effluents résultant de la purge des modules de filtration de la machine modulaire de décontamination lors des remplacements des filtres à poche,
- Effluents liquides résultant des échantillonnages et des analyses effectués dans le laboratoire chaud,
- Effluents ultimes lors des dernières vidanges des réseaux mobiles démontés en fin d'activité.

Chaque effluent a fait l'objet d'une estimation initiale et fera l'objet d'une part d'une confirmation de ces valeurs durant les études préparatoires et d'autre part d'un suivi et d'une traçabilité durant les opérations de décontamination.

Ces effluents seront traités sur les installations du CNPE et les systèmes de filtration/purification du procédé et dans le respect de l'arrêté de rejets.

Déchets solides

La décontamination des circuits va générer des résines échangeuses d'ions, emprisonnant la grande majorité de la contamination présente dans les circuits et collectée lors des cycles de décontamination.

Pour ce faire, l'installation dans le BAN, de nouvelles bâches TES d'entreposage temporaire, complémentaires à celles existantes, est prévue préalablement à la FSD, nécessitant le retrait anticipé de composants de l'installation présents dans le local de l'évaporateur TEP, ainsi que de certains matériels présents dans les locaux connexes.

Ces résines feront à terme, l'objet d'un traitement par la machine d'enrobage MERCURE au plus tôt et dès que les conditions radiologiques de réalisation et de transport seront réunies.

De plus, des filtres poches papiers et 1 et 5µm sont prévus d'être utilisés pour la filtration des effluents issus des FSD.

Nota : Le cas échéant, en présence d'une activité alpha au-delà des seuils règlementaires, une « ultrafiltration » spécifique de 0,015µm pourra être mise en œuvre pour cette opération.

5. RETOUR D'EXPERIENCE INTERNATIONAL

Le retour d'expérience international et national a permis de faire les choix ci-dessus et de définir des objectifs réalistes et ambitieux d'efficacité de la décontamination pour l'INB n°75.

Au niveau national, la finalité de la décontamination des GV de Chooz A était d'obtenir le déclassement des GV en déchets TFA tandis que l'objectif pour l'INB n°75 est la diminution du débit de dose : le périmètre pour la décontamination et le procédé utilisé sont différents : le procédé de chimie dure employé a notamment conduit à la production d'une quantité significative de résines.

Les résultats obtenus au titre des FSD réalisées sur différentes tranches nucléaires en démantèlement dans le monde sont présentés dans le tableau ci-dessous. Le gain dosimétrique calculé ci-après est une intégration des gains sur plusieurs années d'exploitation et d'opérations de démantèlement.

PAYS	CNPE	Type de FSD	Année de la FSD	Type de réacteur	Gain dosimétrique
Belgique	BR3	FSD pour démantèlement	1991	PWR 10 MWe	7,5 H.Sv
Allemagne	Kahl	FSD pour démantèlement	1993	BWR 16 MWe	2,2 H. Sv
USA	Conecticut Yankee	FSD pour démantèlement	1998	PWR 619 MWe	> 10 H.Sv
Suède	Oskarshamn 1	FSD	1994	BWR 442 MWe	20 H.Sv
Finlande	Loviisa 2	FSD	1994	VVER 445 MWe	> 8 H. Sv
Japon	Fukushima 3	FSD	1997	BWR 760 MWe	70 H.Sv
Japon	Fukushima 2	FSD	1998	BWR 760 MWe	140 H.Sv
Japon	Fukushima 5	FSD	2000	BWR 760 MWe	50 H.Sv

L'analyse du REX international est également à l'origine du choix de réaliser cette décontamination. En effet, cette pratique est largement répandue sur les réacteurs REP dans le monde et elle tend à se généraliser :

- entre 1983 et 1999, 50 % des projets de démantèlements l'ont mise en œuvre (5 chantiers sur 10),
- entre 2000 et 2018, environ 85 % des projets de démantèlements l'ont mise en œuvre (12 chantiers sur 14).

Comme indiqué plus haut, la décontamination est réalisée lors de la phase de P-DEM dans le cadre du démantèlement de l'INB n°75. Ce choix est en cohérence avec l'ensemble des principes directeurs du démantèlement.

Enfin, les retours d'expérience des chantiers de décontamination des circuits RCV/RRA sur les tranches en exploitation, ou ponctuellement de gros composants sur des sites en démantèlement ont permis de conforter également le choix du procédé.

En conclusion, la stratégie retenue par EDF pour le démantèlement de l'INB n°75 est une décontamination complète du circuit primaire et de ses composants ainsi que des circuits connectés, par chimie douce réalisée en phase de P-DEM, c'est-à-dire une décontamination raisonnée menée aussi loin que raisonnablement possible, dans des conditions techniques (y compris l'aspect sûreté) et économiques acceptables.

ANNEXE 7 : OPDEM N°PDFS0001 AUGMENTATION DES CAPACITES DE STOCKAGE DE RESINES

1. INTRODUCTION

La décontamination des circuits (cf ANNEXE 6) va générer des résines échangeuses d'ions, emprisonnant la grande majorité de la contamination présente dans les circuits et collectée lors des cycles de décontamination.

Ces résines feront à terme, l'objet d'un traitement par la machine d'enrobage MERCURE au plus tôt et dès que les conditions radiologiques de réalisation et de transport seront réunies.

Entre la production de ces résines par le procédé de décontamination et le traitement via la machine MERCURE, ces résines seront stockées sous eau dans des bâches situées dans le BAN.

Les capacités de stockage de résine n'étant pas suffisantes, une modification sera réalisée en préalable à la décontamination de façon à augmenter ces capacités de stockage.

Pour ce faire, l'installation dans le BAN, de nouvelles bâches TES d'entreposage temporaire, complémentaires à celles existantes, est prévue préalablement à la FSD, nécessitant le retrait anticipé de composants de l'installation présents dans le local de l'évaporateur TEP, ainsi que de certains matériels présents dans les locaux connexes.

2. DESCRIPTION DE LA MODIFICATION

Principes de conception

Pour les besoins de la FSD, 3 bâches en inox seront installées dans le local N306 du BAN. Chaque bâche permettra la gestion de 7 m3 de résine sous eau. Ces bâches disposeront des mêmes fonctions que les bâches de stockage déjà existantes sur l'installation (bâches situées dans les locaux N468 et N469 du BAN) :

- Une fonction de remplissage qui permettra d'acheminer les résines produites par le procédé de décontamination vers ces nouvelles bâches (circuit bleu cyan ci-après)
- Une fonction de vidange des résines qui permettra d'acheminer les résines de ces nouvelles bâches vers la machine Mercure (circuit bleu ci-après). Pour cette fonction, une partie du circuit existant sera réutilisé.
- Une fonction de détassage/décolmatage qui permet à l'aide d'eau et d'air sous pression qui permet de faciliter la vidange des résines. (circuit orange ci-après)

Les bâches sont équipées de crépines reliées au circuit RPE qui permettent l'évacuation de l'eau utilisées pour le transport hydraulique des résines lors des opérations de remplissage et vidange.

Une capacité de rétention (en rouge sur le schéma ci-après) permet de récupérer les résines en cas de débordement accidentel des bâches.

Choix du lieu d'implantation des nouvelles capacités

Le local N306 dans le BAN a été retenu car il présentait les avantages suivants :

- Le local contient du matériel (évaporateur TEP) qui n'est plus utile dès l'arrêt de production d'électricité. Le matériel existant pourra ainsi être évacué en préalable à la réalisation de la FSD.
- Le local dispose de murs relativement épais (70 cm) qui assure une protection biologique.
- Le local est situé à proximité du circuit existant permettant l'acheminement des résines vers le local où est installée la machine MERCURE.

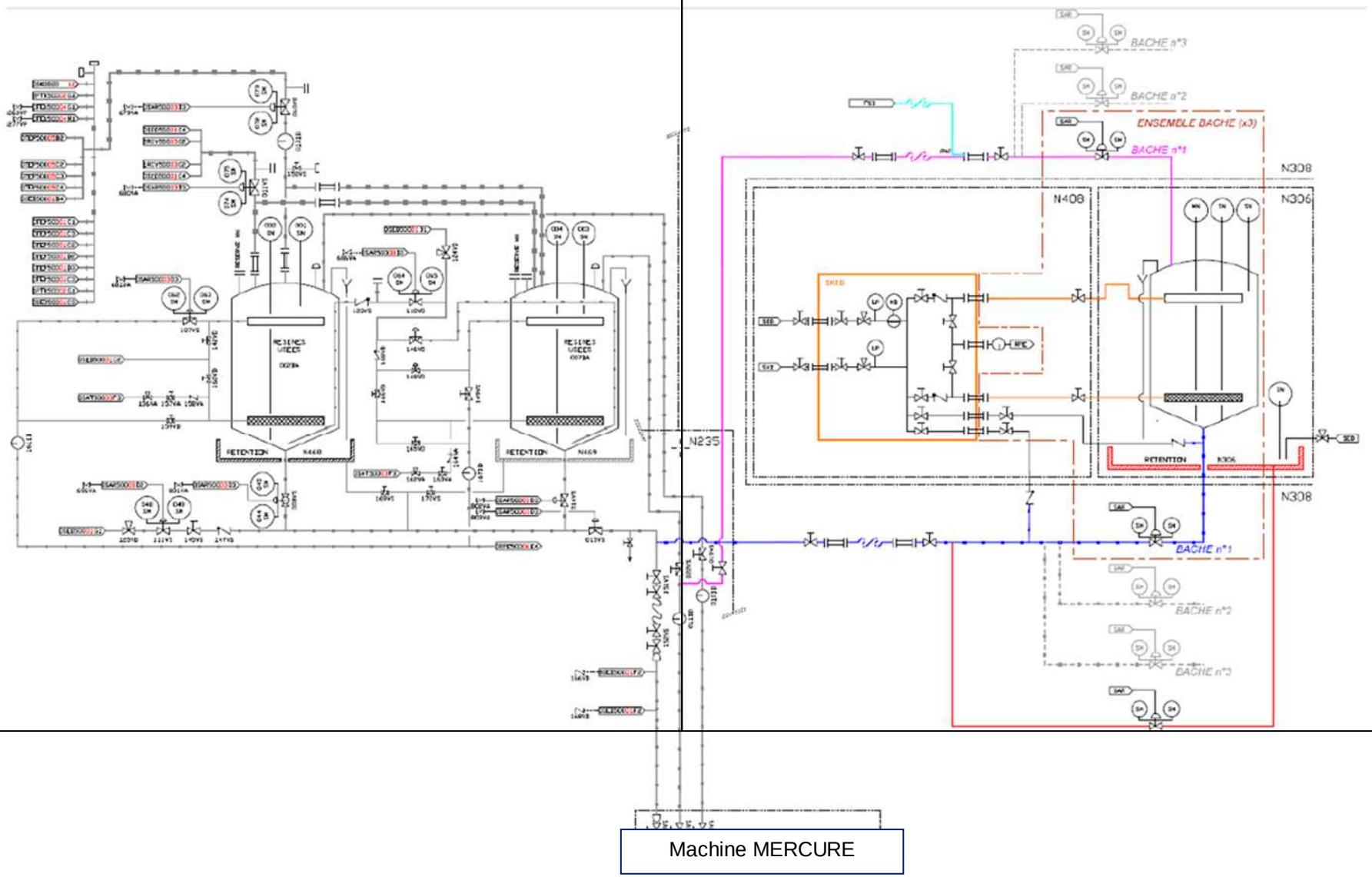
Principaux travaux nécessaires à la réalisation de la modification

Pour la mise en place des 3 bâches, les principaux travaux suivants sont à mettre en œuvre :

- Libération du N306 :
  - Mise hors service du matériel présent en N306
  - Dépose et découpe du matériel présent en N306 pour conditionnement en colis de déchet. Un atelier de découpe provisoire est envisagé au plancher +11m du BAN
- Acheminement des 3 bâches dans le local N306 depuis le niveau +0.00m du BAN en passant par le plancher +11.00m du BAN
- Création du réseau de tuyauteries dans le BAN principalement dans les locaux N306, N308, et N235
- Mise en place d'une rétention en N306
- Obturation des ouvertures existantes du N306 de façon à assurer la protection biologique des locaux adjacents
- Renforcement éventuel du plancher du N306 pour supporter les 3 bâches.

Installation existante de stockage de résine

Nouveau circuit pour chaque nouvelle bâche



ANNEXE 8 : OPDEM N°PDFS0009 AMENAGEMENT DE LA SALLE DES MACHINES

1. INTRODUCTION

Avant expédition vers des filières de stockage ou de retraitement, les colis de déchets produits lors du démantèlement seront entreposés dans l'actuelle salle des machines qui aura été adaptée. La salle des machines réaménagée accueillera donc l'Installation de Découplage et de Transit (IDT) nécessaire aux opérations de démantèlement.

La modification consiste donc à adapter la salle des machines et en particulier les planchers +0.00m et +15.00m en IDT.

2. DESCRIPTION DE LA MODIFICATION

Principe de conception

L'actuel plancher +15.00m de la salle des machines accueillera les types de colis TFA et FAMA suivants :

- Colis 2 m3
- Colis 4 m3
- Colis 5 m3
- Bigbags (Grand Récipient Vrac Souple)
- Fûts métalliques 200 litres
- Fûts PEHD 200 litres

Il accueillera également :

- des conteneurs IP2 utilisés pour l'expédition des colis.
- Du matériel de mesure à réaliser sur les colis

Le plancher +0.00m accueillera en lieu et place de l'actuel atelier mécanique les types de colis MAVL suivants :

- Colis R73
- Colis 5m3 pré-bétonnés

Le plancher +0.00m accueillera de plus des gros composants TFA FAMA au niveau de la travée SDM.

Les ponts déjà présents en salle des machines seront réutilisés pour manutentionner les colis.

Les colis arriveront et sortiront de l'IDT au niveau +0.00m. Ils seront acheminés au niveau +15.00m via un des ponts existant.

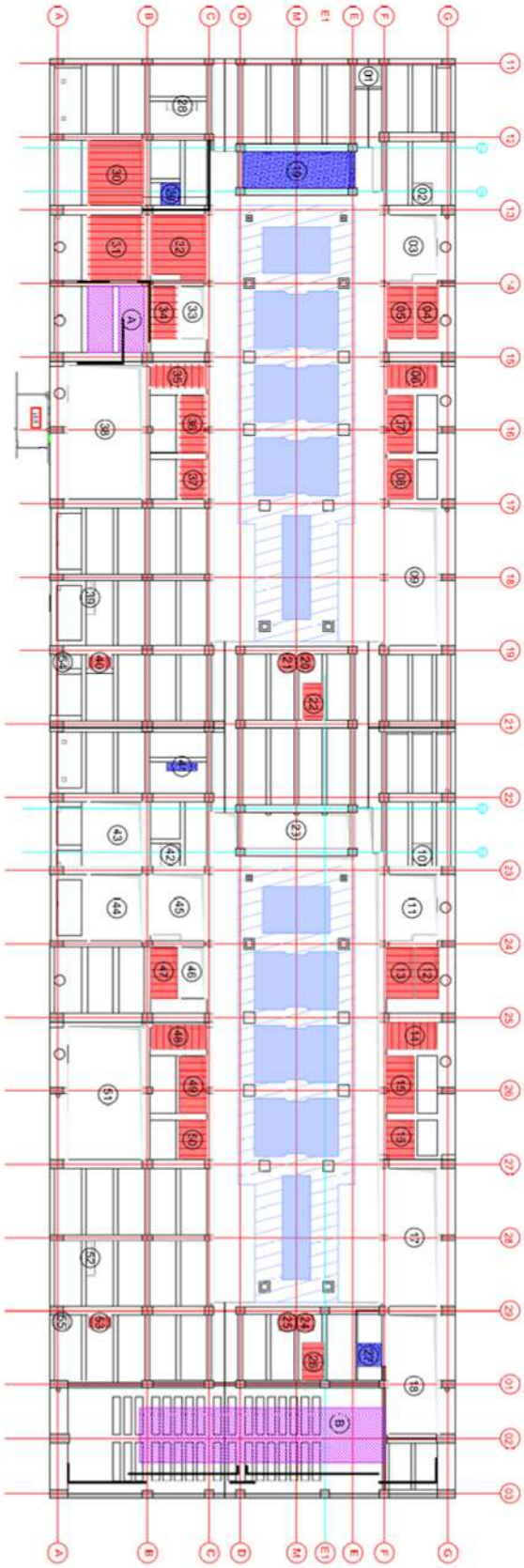
Les différentes zones de gestion de déchets seront situées en zone-contrôlée (à créer).

Principaux Travaux à réaliser

Pour permettre la gestion et le transit des colis de déchets, les principaux travaux sont à réaliser :

- Adaptation d'un des 2 ponts desservant le niveau +15.00m
- Obturation et renforcement de certaines zones du niveau +15.00 de façon à supporter la charge liée aux colis (cf zones de couleurs sur le plan page suivante)
- Réfection de la dalle de l'atelier mécanique à +0.00m
- Mise en place de protections biologiques pour limiter le débit de dose en dehors de la salle des machines
- Création d'une zone-contrôlée avec installation de tripode d'accès pour contrôle des entrées-sorties, installation de portes avec barres anti-panique pour permettre la sortie de la zone-contrôlée en cas d'urgence (incendie par exemple)
- Aménagement d'un bureau en zone-contrôlée (zone verte) permettant quelques activités administratives liées à l'IDT.
- Mise en place d'une ventilation dans la zone de gestion des déchets à +0.00m de façon à garantir une qualité d'air de travail conforme à la réglementation

Zones à obturer et/ou renforcer en salle des machines (zones en couleur)



ANNEXE 9 : EVACUATION DES GV : INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES

1. GV USES

1.1. CARACTERISTIQUES COMPLEMENTAIRES

Les GV usés de l'INB75 se présentent en 2 sous-ensembles, conséquence des opérations de RGV et évacuation hors BR en bi-bloc par le tampon matériel à 0m de faible encombrement ne permettant pas une sortie en monobloc :

- Les Parties Supérieures (PS) d'environ 115 tonnes (masse à vide) ne présentant pas de niveau de contamination
- Les Parties Inférieures (PI) d'environ 185 tonnes (masse à vide) contenant la partie du circuit primaire du composant et présentant un niveau de contamination significatif

L'acheminement des GV usés depuis les BEGV vers le site industriel de Cyclife Sweden se fera en transport multimodal, en s'appuyant sur la réglementation transport applicable à chaque partie (SCO I pour les PS et SCO III pour les PI) :

- Routier sur remorque automotrice depuis le site de Fessenheim vers un port fluvial sur le Rhin (vraisemblablement Neuf Brisach)
- Fluvial sur barge depuis ce port, descente du Rhin pour atteindre un port maritime (vraisemblablement Rotterdam)
- Maritime avec un navire spécialisé via la Mer du Nord et la Mer Baltique jusqu'en Suède avec déchargement directement dans le périmètre de l'usine située bord de mer

Le transport routier et fluvial sera assuré par les moyens spécialisés disponibles chez EDF.

Le transport maritime sera affrété par Cyclife Sweden sur un navire accoutumé à des transports spéciaux nucléaires en Suède.

Cette solution de traitement des GV usés permettra de limiter l'impact d'envoi de déchets en stockage TFA ou FMA à l'ANDRA via l'application de la Directive Euratom 2013/59 applicable en Suède et ainsi réduire l'utilisation de la ressource stockage ANDRA (par libération et / ou réduction de volume).

Concernant le planning d'envoi des GV usés vers Cyclife Sweden, il est prévu à date 3 envois séparés des PS puis PI :

- 6 PS acheminées en 2020
- 3 PI acheminées en 2021
- 3 PI acheminées en 2022

1.2. SEQUENCE REGLEMENTAIRE

Les équipements étant entreposés en 2 parties dans les BEGV, ils seront traités et acheminés selon 2 processus règlementaires de natures différentes pour les Partie Supérieures (PS) puis les Parties Inférieures (PI)

PS :

- Remise du dossier d'information préalable relatif aux travaux sur PS à ASN Strasbourg – ce dossier est lié à Autorisation d'exercice Activité nucléaire pour le stockage des GV usés (selon CODEP STR 2015 035402) = remise effectuée en juin 2019 et complément transmis en février 2020

- Elaboration du dossier SCO I, applicable aux PS fonctionnellement non contaminées (dossier non soumis à autorisation, consultable par l'ASN) = sera disponible en sept 20
- Remise information pour chaque lot de matière d'un dossier Euratom validé par la DGEC et faisant l'objet d'une approbation des autorités compétentes de chaque pays traversé, au titre de l'export de matière radioactive. Le dossier a été transmis en mars 2020

PI :

- Remise du dossier d'information préalable relatif aux travaux sur PI vers ASN – dossier lié à Autorisation d'exercice Activité nucléaire pour le stockage des GV usés (selon CODEP STR 2015 035402), prévu d'ici fin 2020
- Elaboration du dossier SCO III (nouvelle catégorie définie par l'AIEA en 2018 qui doit être déclinée dans la future réglementation attendue en 07/2021). Le dossier sera soumis à autorisation par l'ASN, et l'échéance de transmission est le T4 2020
- Remise information pour chaque lot de matière d'un dossier Euratom validé par la DGEC et faisant l'objet d'une approbation des autorités compétentes de chaque pays traversé, au titre de l'export de matière radioactive. La transmission du dossier est prévue au T1 2021

2. GV DE DEMANTELEMENT : ELEMENTS DE REGLEMENTATION

Les GV DEM sont prévus de sortir de leur bâtiment réacteur en 2025 pour être entreposés dans les 2 BEGV libérés des anciens GV usés

Leur traitement ultérieur s'appuiera sur l'utilisation du Technocentre, dont les 2 grands jalons règlementaires sont:

- Une autorisation de dérogation au code de la Santé Publique applicable au Technocentre : associé à des Arrêtés en cours de publication, le dossier VALM sera construit en 2022 avec une cible d'autorisation gouvernementale au premier semestre 2023
- Une autorisation d'exploiter une ICPE, composée de l''Accord sur Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale et le permis de construire associé, pour enclencher la construction du Technocentre : La date cible pour obtenir les accords est début 2025

Ensuite, les GV seront préparés pour transport et entreposage temporaire dans le Technocentre, avant leur démontage et fusion

Selon la situation à ce moment-là, les gestes règlementaires pour réaliser le transport pourraient être similaires à ceux effectués pour les GV usés :

- Remise information préalables vers ASN Strasbourg du dossier de Travaux PS & PI autant de fois que nécessaire
    - Transport interne de la zone 12 vers la zone 34 (selon déclaration de modification notable au titre de l'article R593-59)
- Ou
    - transport externe selon SCO I (pour les PS) – DISP et SCO III (pour les PI