

PIÈCE 9

ÉTUDE DE MAÎTRISE DES RISQUES

- Résumé non technique -

PLACE DU CHAPITRE DANS L'ÉTUDE DE MAÎTRISE DES RISQUES

Résumé non technique

Sommaire général

Chapitre 1 – Introduction

Chapitre 2 – Inventaire des risques

Chapitre 3 – Analyse du Retour d'Expérience d'installations analogues

Chapitre 4 – Présentation des méthodes retenues pour l'analyse des risques

Chapitre 5 – Dispositions de maîtrise des risques

Chapitre 6 – Analyse des conséquences en situation accidentelle

Chapitre 7 – Radioprotection et systèmes de surveillance

Chapitre 8 – Conclusion

SOMMAIRE

1. PREAMBULE	3
Le démantèlement dans la vie d'une INB	3
Objectif de l'étude de maîtrise des risques	4
Contenu de l'étude de maîtrise des risques.....	4
Présentation de la centrale de Fessenheim.....	5
2. DESCRIPTION DU DEMANTELEMENT	9
Opérations de préparation au démantèlement (PDEM).....	9
Un démantèlement en quatre étapes.....	10
Étape 1 : démantèlement électromécanique	11
Étape 2 : assainissement	11
Étape 3 : démolition des bâtiments	12
Étape 4 : réhabilitation des sols	12
La gestion des déchets radioactifs.....	12
3. INVENTAIRE DES RISQUES ET METHODES D'ANALYSE .	13
4. ANALYSE DU RETOUR D'EXPERIENCE D'INSTALLATIONS ANALOGUES.....	15
5. DISPOSITIONS DE MAITRISE DES RISQUES	16
Maîtrise des risques de défaillance interne.....	16
Maîtrise des risques d'agressions internes	18
Maîtrise des risques d'agressions externes	20
Maîtrise des autres risques	21
6. ANALYSE DES CONSEQUENCES EN SITUATION ACCIDENTELLE.....	22
Scénarios d'accidents radiologiques.....	23
Scénarios d'accidents non radiologiques.....	23
7. RADIOPROTECTION ET SYSTEMES DE SURVEILLANCE.....	24
Radioprotection	24
Systèmes de surveillance	25
Organisation en cas de crise.....	26
8. CONCLUSION	26

1. PREAMBULE

Ce document constitue le Résumé Non Technique de l'étude de maîtrise des risques réalisée dans le cadre de la demande de **démantèlement** de l'Installation Nucléaire de Base (INB) n°75, communément appelée centrale de Fessenheim.

Le présent résumé démontre la suffisance de la maîtrise des risques, pour les personnes et l'environnement, liés aux opérations de démantèlement. Il précise les mesures prises pour garantir la sécurité et la radioprotection des travailleurs.

Le **démantèlement** consiste à démonter l'ensemble des équipements, à assainir les structures des bâtiments avant de les démolir et à évacuer les déchets.

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

LE DEMANTELEMENT DANS LA VIE D'UNE INB

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

- la phase de **fonctionnement**, autorisée par un décret d'autorisation de création. 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 (dites **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'Autorité de sûreté nucléaire, faisant l'objet d'une homologation par le Ministre chargé de la sûreté nucléaire.

Pour la centrale de Fessenheim, les durées prévisionnelles des étapes suivant la fin de la production d'électricité sont de 5 ans pour la préparation au démantèlement et 15 ans pour le démantèlement.

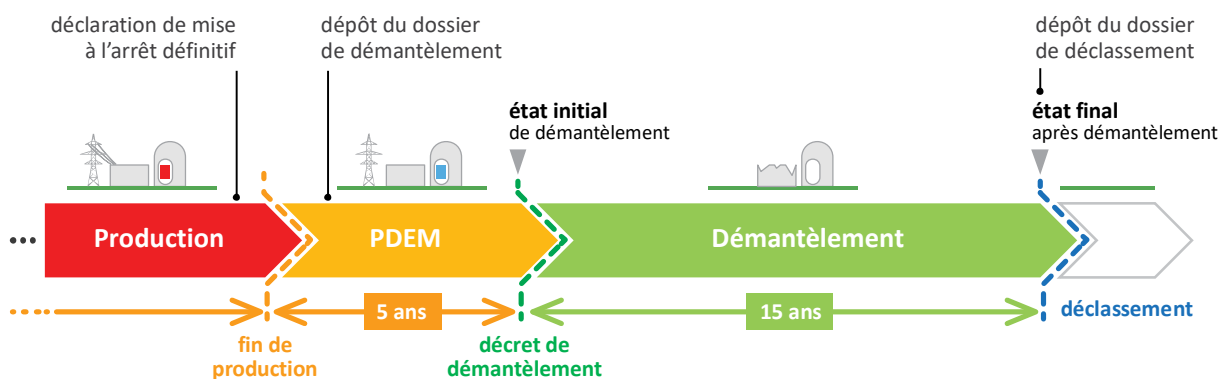


Illustration de la vie d'une INB

OBJECTIF DE L'ÉTUDE DE MAÎTRISE DES RISQUES

Une étude de maîtrise des risques est exigée dans le cadre du dossier de démantèlement devant être déposé préalablement au démantèlement d'une INB.

L'objectif de l'étude de maîtrise des risques est de présenter les différents **risques** identifiés associés au projet de démantèlement de l'INB et les **dispositions mises en place** pour ramener ces risques au niveau le plus bas possible.

Un **risque** est l'exposition à un danger potentiel.

Un **danger** est une propriété intrinsèque d'une substance, situation ou activité, de pouvoir provoquer des dommages pour l'homme, les biens ou l'environnement.

CONTENU DE L'ÉTUDE DE MAÎTRISE DES RISQUES

Le contenu de l'étude de maîtrise des risques est défini par l'article R. 593-19 du 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.

■ *Chapitres de l'étude de maîtrise des risques*

L'étude de maîtrise des risques est organisée en 8 chapitres, auxquels s'ajoute le présent résumé non technique :

- Chapitre 1 – Introduction
- Chapitre 2 – Inventaire des risques
- Chapitre 3 – Analyse du Retour d'Expérience d'installations analogues
- Chapitre 4 – Présentation des méthodes retenues pour l'analyse des risques
- Chapitre 5 – Dispositions de maîtrise des risques
- Chapitre 6 – Analyse des conséquences en situation accidentelle
- Chapitre 7 – Radioprotection et systèmes de surveillance
- Chapitre 8 – Conclusion

■ *Structure du résumé non technique*

Le résumé non technique a pour objectif de synthétiser et de faciliter l'accès et la prise de connaissance du contenu de l'étude.

De façon à en simplifier la lecture :

- les opérations prévues dans le cadre du projet sont présentées au début du résumé, dans le chapitre « Description du démantèlement » qui reprend des éléments du plan de démantèlement (pièce 3 du dossier de démantèlement) ;
- la présentation des risques et les méthodes d'analyse sont groupées en un seul chapitre « Inventaire des risques et méthodes d'analyse ».

PRESENTATION DE LA CENTRALE DE FESSENHEIM

■ Localisation

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

Elle est située sur la rive gauche du Grand Canal d'Alsace, légèrement en amont du barrage et de l'usine hydroélectrique de Fessenheim. Elle est distante de 1,5 km du lit du Rhin faisant frontière entre la France et l'Allemagne.

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 900 MW électrique, mises en service industriel les 30 décembre 1977 et 18 mars 1978.

Une tranche est une unité d'électricité : un réacteur nucléaire, un groupe turbo-alternateur et les installations associées.



- Préfecture de région (SUISSE : capitale fédérale / ALLEMAGNE : capitale de land)
- Préfecture départementale (SUISSE : chef-lieu de canton / ALLEMAGNE : chef-lieu de district)



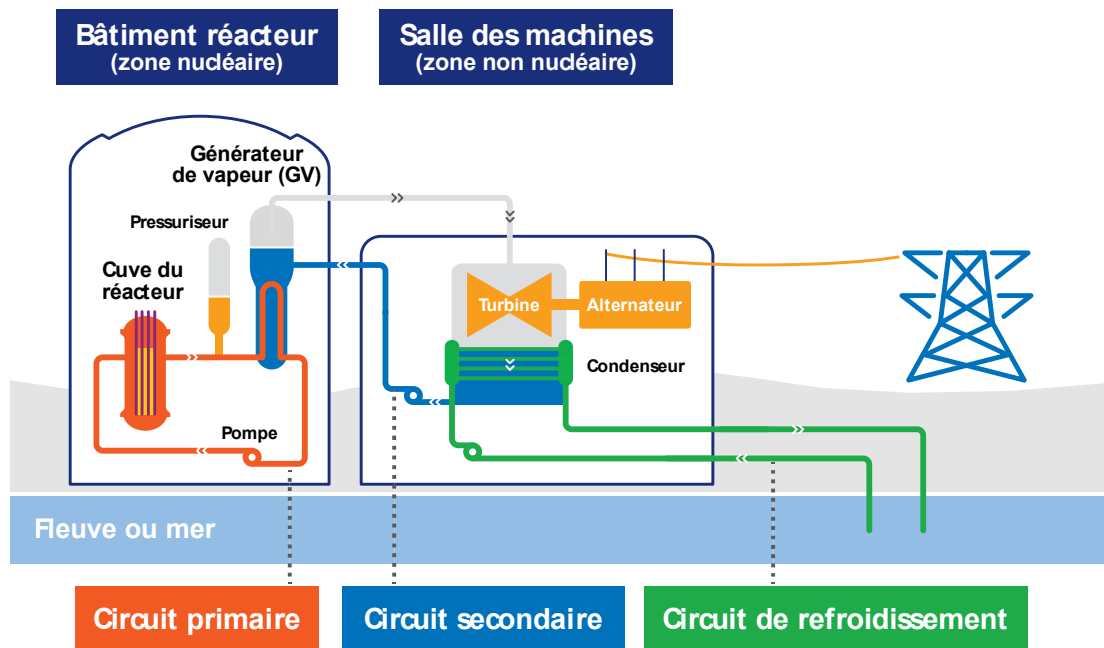
Vue d'ensemble de la centrale de Fessenheim © EDF

■ Principe de fonctionnement

Le fonctionnement d'une centrale du type réacteur à eau pressurisée (REP) s'articule autour de trois circuits indépendants et étanches les uns par rapport aux autres (voir schéma ci-dessous) :

- **Circuit primaire** : il s'agit d'un circuit en boucle fermée, installé dans une enceinte étanche en béton qui constitue le bâtiment réacteur. Ce circuit contient de l'eau qui **sert à extraire la chaleur du cœur du réacteur** puis la transmette au circuit secondaire au moyen d'échangeurs de chaleur (sans échange de fluide entre les deux circuits).
- **Circuit secondaire** : il s'agit également d'un circuit en boucle fermée. Il **sert à produire la vapeur** : l'eau qu'il contient est transformée en vapeur grâce à la chaleur communiquée par le circuit primaire, puis cette vapeur entraîne la turbine d'un groupe turbo-alternateur et **produit de l'électricité**.
- **Circuit de refroidissement** : ce circuit **sert à refroidir le circuit secondaire**, car l'eau vaporisée doit être ramenée à l'état liquide et avant d'être renvoyée vers le bâtiment réacteur. Ce circuit peut être de deux types : ouvert ou fermé. Pour la centrale nucléaire de Fessenheim, le refroidissement est effectué, en circuit ouvert, par l'eau du Grand Canal d'Alsace.

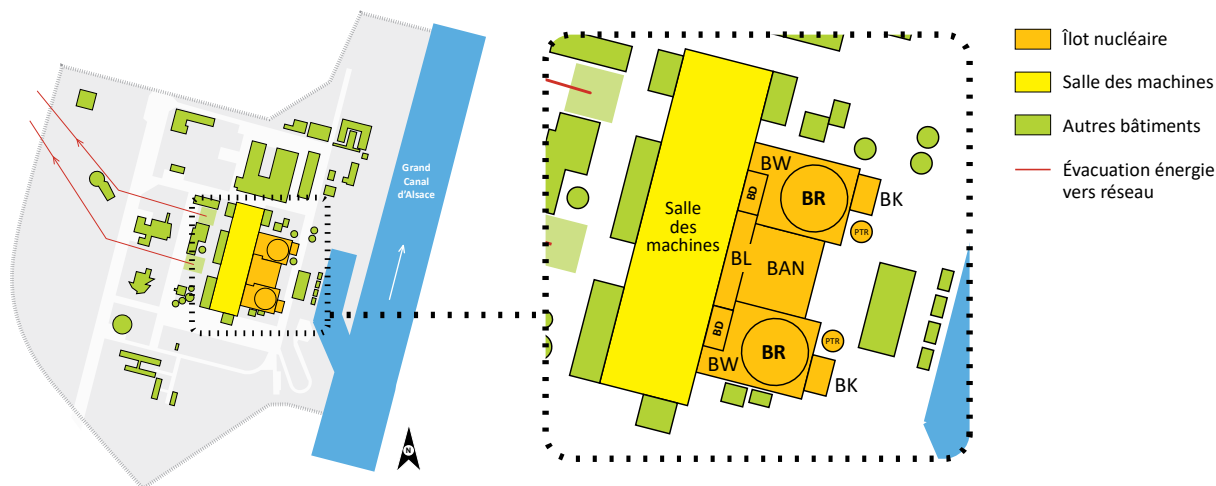
L'énergie produite est évacuée vers le réseau général par un poste électrique haute tension (situé à l'ouest du site dans le cas de la centrale de Fessenheim).



Principe de fonctionnement d'une centrale de type REP avec refroidissement en circuit ouvert

■ Description des différents bâtiments

L'INB n°75, qui s'étend sur une superficie d'environ 36 hectares, comporte des bâtiments à caractère nucléaire regroupés sous l'appellation « îlot nucléaire », ainsi que divers bâtiments non nucléaires dits « conventionnels ».



Vue schématique de l'implantation du site

Le rôle fonctionnel des différents bâtiments en période de fonctionnement de la centrale est présenté ci-dessous.

Les bâtiments de l'« îlot nucléaire » :

- deux bâtiments réacteur (**BR**), où se déroulaient la réaction nucléaire et la transformation de la chaleur produite en vapeur, celle-ci étant ensuite transmise à la salle des machines pour y produire de l'électricité ;
- deux bâtiments combustible (**BK**), assurant l'entreposage des assemblages combustibles en piscine avant évacuation du site ;
- deux bâtiments périphériques (**BW**) assurant la liaison du BR avec les autres bâtiments et abritant le système dit « PTR » de traitement et refroidissement de l'eau des piscines ;
- deux réservoirs (dits « **bâches PTR** ») contenant les eaux issues du traitement des piscines ;
- deux bâtiments diesel (**BD**), abritant les générateurs électriques de secours ;
- un bâtiment des auxiliaires nucléaires (**BAN**) commun aux deux tranches, avec des équipements électromécaniques ;
- un bâtiment électrique (**BL**) commun aux deux tranches, avec deux salles de commande.

Les autres bâtiments et structures :

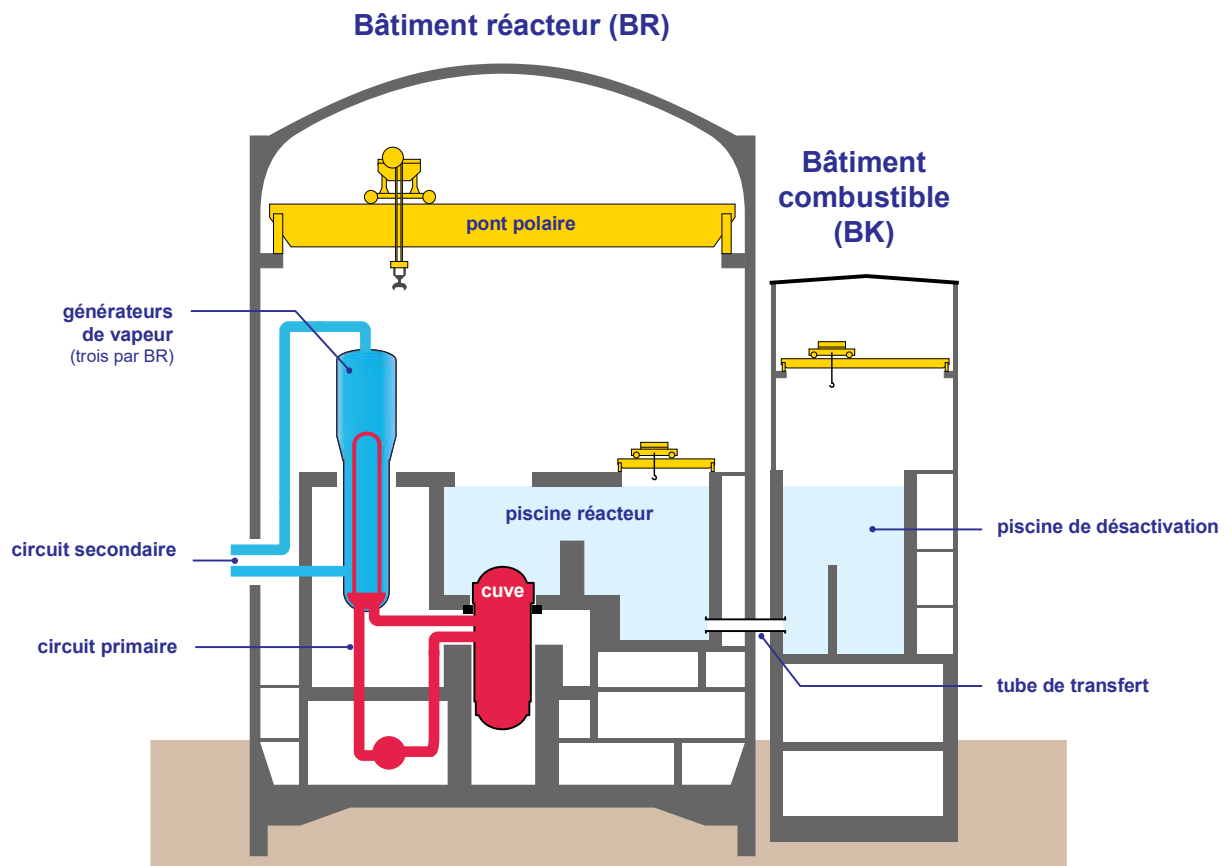
- la salle des machines (**SDM**), où la vapeur produite dans le BR était transformée en électricité par un groupe turbo-alternateur, tandis qu'un condenseur et des échangeurs assuraient le refroidissement du circuit secondaire.
- divers bâtiments industriels et tertiaires : station de pompage, bâtiments d'entreposage des générateurs de vapeur usés (BEGV), bâtiment des auxiliaires de conditionnement (BAC), alimentation en eau de secours, plates-formes d'évacuation de l'énergie électrique, bâtiment d'entretien de site (BES), bâtiment d'entreposage des boues (BEB), magasin général, etc. ;
- des bâches extérieures d'entreposage d'effluents et des aires extérieures d'entreposage.

■ Zoom sur le bâtiment réacteur (BR)

Le bâtiment réacteur (BR) constitue l'élément central de chacune des deux tranches. Il se présente sous la forme d'un cylindre surmonté par un dôme. La structure générale est réalisée en béton armé, l'intérieur du BR est cloisonné par plusieurs planchers intermédiaires et des structures de génie civil internes destinées à supporter et compartimenter les équipements contenus dans le bâtiment.

Les principaux équipements présents dans le BR sont :

- **une cuve** métallique comportant un couvercle ainsi que des éléments métalliques internes. Cette cuve est accrochée dans un cylindre de béton appelé « puits de cuve » ;
- **trois générateurs de vapeur (GV)** verticaux ;
- des **circuits de circulation** de fluides (pompes et tuyauteries) ainsi qu'un pressuriseur ;
- des moyens de manutention, dont le principal est un pont polaire situé sous le dôme du bâtiment ;
- une piscine dite « piscine réacteur », qui était utilisée lors du chargement et déchargement de la cuve de façon à manutentionner les assemblages combustibles sous eau. Ses parois intérieures sont recouvertes par des tôles d'acier inoxydable (« liner ») assurant son étanchéité ;
- un tube de transfert, qui relie la piscine réacteur à la piscine de désactivation située dans le bâtiment combustible (BK) afin de déplacer les assemblages combustibles d'un bâtiment à l'autre.



Coupe de principe du bâtiment réacteur (BR) et du bâtiment combustible (BK)

2.

DESCRIPTION DU DEMANTELEMENT

Le démantèlement de l'INB n°75 vise à atteindre l'état final de site non nucléaire où tous les ouvrages sont démolis jusqu'à une profondeur d'un mètre au-dessous du niveau du sol, les cavités restantes étant remplies avec un remblai approprié jusqu'au niveau de la plateforme du site.

OPERATIONS DE PREPARATION AU DEMANTELEMENT (PDEM)

Après l'arrêt de la production d'électricité et avant le début du démantèlement proprement dit, des opérations dites de « **préparation au démantèlement (PDEM)** » sont menées dans l'installation. Elles sont détaillées dans le plan de démantèlement (pièce 3 du dossier de démantèlement). Ces opérations visent à :

1. **Réduire les risques** présents sur l'installation, notamment en vue d'optimiser la radioprotection du personnel intervenant en phase de démantèlement :
 - évacuation des assemblages combustibles usés et neufs, de la plupart des substances dangereuses non utiles au démantèlement, des déchets et des effluents ;
 - vidange et **décontamination** de certains circuits, en particulier du circuit primaire principal et d'une partie des circuits connectés.
2. **Préparer l'installation pour les opérations de démantèlement** : mise en place de moyens de manutention, évacuation de certains matériels, organisation des accès et zones de circulation, mise en place d'une installation dite IDT pour la gestion des déchets radioactifs (voir page 12), construction éventuelle de bâtiments d'entreposage des générateurs de vapeur (BEGV) supplémentaires.
3. **Adapter les fonctions supports** aux besoins du démantèlement : mise en place de systèmes mobiles de traitement de l'eau pour les piscines, adaptation de la distribution électrique historique, et « simplification fonctionnelle » de la ventilation. Cette approche consiste à abandonner certains réseaux d'origine au profit de réseaux dimensionnés au besoin du démantèlement.
4. **Affiner** la connaissance de l'état de l'installation : inventaires des matières dangereuses, repérage amiante, prélèvements radiologiques complémentaires.

Décontamination :
opération physique, chimique ou mécanique destinée à éliminer ou réduire la radioactivité présente sur une surface ou dans un volume.

Les opérations de PDEM sont enclenchées avant l'obtention du décret de démantèlement. Certaines pourront se poursuivre pendant la phase de démantèlement (par exemple la mise en place de l'IDT ou la simplification fonctionnelle des fonctions support).

Au moment de l'obtention du décret de démantèlement, **les risques sont considérablement réduits, puisque 99,9 % de la radioactivité est évacuée**, notamment avec le combustible usé. Les dispositifs de surveillance de l'installation et la capacité d'intervention immédiate restent opérationnels.

UN DEMANTELEMENT EN QUATRE ETAPES

Le démantèlement est prévu en quatre étapes :

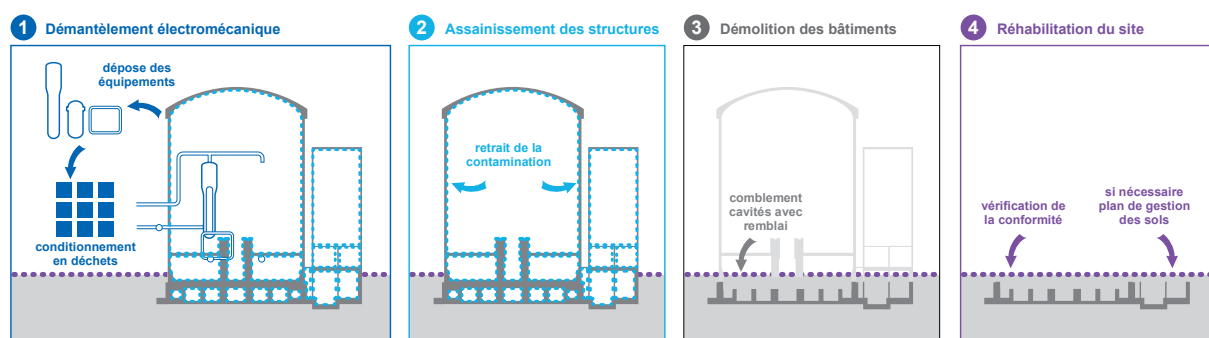
- **Étape 1 : le démantèlement électromécanique**, qui consiste à déposer et découper tous les équipements présents et à les conditionner en déchets. Ne sont laissés en place que les matériels nécessaires au déroulement des travaux d'assainissement en étape 2.
- **Étape 2 : l'assainissement des structures** des bâtiments nucléaires, qui consiste à éliminer des structures de génie civil (béton, éléments métalliques) l'épaisseur de matériau contaminée.
- **Étape 3 : la démolition des bâtiments** jusqu'à un mètre au-dessous du sol. Les cavités sous le niveau du sol sont comblées avec un remblai, constitué si possible des gravats issus de la démolition.
- **Étape 4 : la réhabilitation du site**, l'objectif visé est un assainissement complet voire poussé justifié compte tenu des meilleures techniques disponibles à un coût économiquement acceptable.

Les étapes 1 et 2 visent à supprimer les risques dans les bâtiments nucléaires. Les déchets nucléaires issus des opérations correspondantes sont conditionnés et évacués vers leurs filières. À l'issue de l'étape 2, il ne subsiste plus aucune zone à production possible de déchets nucléaires sur le site. Les bâtiments qui demeurent sont, après accord administratif, déclassés en bâtiments conventionnels.

Note : des démolitions partielles et/ou localisées du génie civil non assaini pourront être envisagées lorsque l'assainissement préalable de ces zones/locaux n'est pas la solution la plus optimale. Dans ce cas, les gravats sont traités en déchets nucléaires.

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

Note : En pratique, le site restera la propriété d'EDF pour une utilisation industrielle.



Schématisme des quatre étapes du démantèlement

Au niveau de l'ensemble du site, les étapes se chevauchent car plusieurs bâtiments peuvent être démantelés en parallèle.

Dès l'entrée en vigueur du décret de démantèlement, les opérations commencent dans un bâtiment réacteur (BR), le bâtiment des auxiliaires nucléaires (BAN) et les deux bâtiments périphériques (BW). Un premier bâtiment combustible (BK) suit dès que possible.

Les opérations dans l'autre BR et l'autre BK démarrent dans un second temps.

ÉTAPE 1 : DEMANTELEMENT ELECTROMECHANIQUE

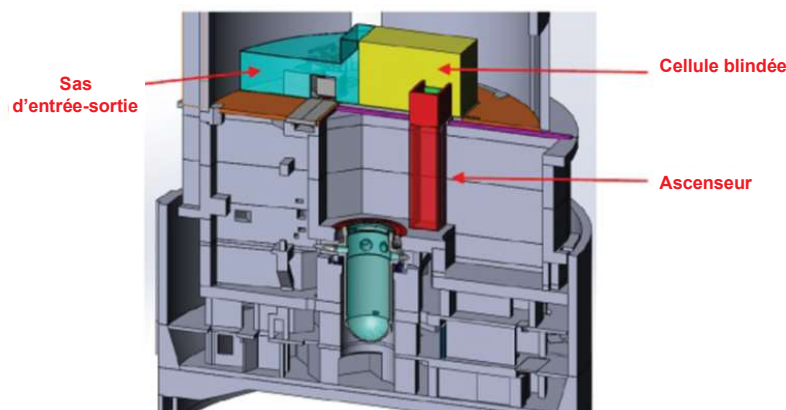
■ Démantèlement du bâtiment réacteur (BR)

Le bâtiment réacteur (BR) abrite les équipements les plus radioactifs. C'est le bâtiment dont le démantèlement est le plus complexe.

Le démantèlement électromécanique de chaque BR commence par l'évacuation des trois générateurs de vapeur (GV), chacun étant découpé en deux parties avant évacuation. Cette opération permet de libérer de l'espace disponible dans la partie haute du BR afin d'y installer, successivement, des ateliers dédiés au conditionnement de certains composants :

- d'abord un atelier « gros composants », destiné à la redécoupe ou au conditionnement des plus gros composants (pressuriseur, pompes, échangeurs, tronçons de tuyauterie, etc.) ;
- puis une cellule blindée, dans laquelle le conditionnement des déchets les plus irradiants, issus du démantèlement de la cuve et de ses internes, est effectué par téléopération.

Dans chaque BR, la chronologie générale après l'évacuation des GV est la suivante : démantèlement électromécanique du circuit primaire puis des gros composants, démantèlement de la cuve et de ses internes, puis démantèlement des derniers équipements.



Principe d'implantation de la cellule blindée

■ Démantèlement des autres bâtiments

Dans les différents bâtiments, les équipements sont démantelés au fur et à mesure qu'ils ne sont plus utilisés. Par exemple les systèmes de ventilation et systèmes électriques sont démantelés en dernier. Dans le bâtiment des auxiliaires nucléaires (BAN), un atelier « gros composants » est mis en place de la même façon que dans le BR.

ÉTAPE 2 : ASSAINISSEMENT

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. L'assainissement consiste à éliminer des structures de génie civil (béton, éléments métalliques) l'épaisseur de matériau contaminée.

L'objectif visé est un assainissement complet.

Lorsque ceci ne s'avèrera pas possible, sous réserve de justifications, EDF engagera une démarche d'optimisation visant à un assainissement poussé, pour aller aussi loin que possible dans

l'assainissement compte tenu des meilleures techniques disponibles à un coût économiquement acceptable.

L'objectif est de viser un état final radiologique et chimique du site compatible avec « tout usage », c'est-à-dire l'ensemble des usages établis, envisagés et envisageables. Les structures assainies restant en place après démantèlement sont déclassées en Zone à Déchets Conventionnels.

ÉTAPE 3 : DEMOLITION DES BATIMENTS

La démolition concerne les bâtiments conventionnels ainsi que les bâtiments nucléaires assainis puis déclassés en bâtiments conventionnels après assainissement.

Comme évoqué précédemment, 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 la solution la plus optimale. Dans ce cas, les gravats sont traités en déchets nucléaires.

Les superstructures des ouvrages sont démolies entièrement jusqu'au niveau moins un mètre par rapport au niveau de la plateforme du site.

Les déchets métalliques sont triés pour être valorisés ou évacués en filière spécialisée. Les gravats de béton issus de la démolition des ouvrages sont concassés et utilisés si possible pour remblayer les cavités restant sous le niveau du sol.

ÉTAPE 4 : REHABILITATION DES SOLS

En matière de gestion des sols, l'objectif visé est un assainissement complet voire poussé justifié compte tenu des meilleures techniques disponibles à un coût économiquement acceptable.

À l'issue de la phase de réhabilitation du site, un dossier de demande de déclassé de l'INB sera rédigé et soumis à l'accord de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN).

LA GESTION DES DECHETS RADIOACTIFS

Les différents équipements démontés lors des étapes 1 et 2, quel que soit leur niveau de radioactivité, sont considérés comme déchets radioactifs dès lors qu'ils proviennent de zones identifiées comme « zones à production possible de déchets nucléaires » (ZppDN).

■ *Types de conditionnement*

Les déchets sont conditionnés dans différents types de colis adaptés en fonction de leur volume, de leur nature et de la filière de traitement. Les déchets les plus irradiants sont conditionnés en emballages assurant une protection biologique.

■ *Logiques de gestion : à poste ou en atelier*

La plupart des équipements sont démontés et/ou découpés puis mis en conteneur « à poste » c'est-à-dire directement où ils sont implantés. Certains équipements, particuliers de par leurs caractéristiques dimensionnelles, sont découpés ou conditionnés dans des ateliers dédiés. Certains colis transitent par le bâtiment des auxiliaires de conditionnement (BAC) pour être bouchonnés par un coulis de béton.

Une fois constitués, les différents colis de déchets sont transférés vers la salle des machines présentée ci-dessous.

■ *Le bâtiment Salle Des Machines (SDM)*

Le bâtiment Salle Des Machines est destiné à assurer l'entreposage et le transit avant envoi des déchets radioactifs produits au cours des travaux de démantèlement.

Le niveau supérieur du bâtiment est utilisé comme « installation de découplage et de transit » (IDT) pour l'entreposage des colis de déchets moyennement ou faiblement radioactifs, tandis que l'ancien atelier mécanique situé au niveau inférieur est dédié au transit des colis fortement irradiants.

Dans le bâtiment SDM, les colis et les conteneurs sont manutentionnés par des ponts roulants, un monte-charge et un chariot de manutention à motorisation électrique.

3.

INVENTAIRE DES RISQUES ET METHODES D'ANALYSE

La sûreté nucléaire vise à protéger l'homme et son environnement, en établissant et en maintenant une défense efficace contre les risques de toute nature, radiologiques et non radiologiques.

■ **Potentiels de danger à l'état initial du démantèlement**

Suite aux opérations de préparation au démantèlement (PDEM), la majorité des **potentiels de danger** est évacuée, en particulier les assemblages combustibles et la plupart des déchets d'exploitation et des effluents. Les potentiels de danger restants sont les suivants :

- sur le plan radiologique :
 - les équipements et structures **activées** situés dans le BR (essentiellement la cuve, le puits de cuve et le fond de la piscine), des générateurs de vapeur usés ou issus du démantèlement et des déchets activés d'exploitation (DAE) regroupés dans les piscines de désactivation des bâtiments combustible (BK) ;
 - les résines usées issues des procédés d'exploitation et/ou de la décontamination chimique du circuit primaire, entreposées pour décroissance dans des réservoirs TES dans le bâtiment des auxiliaires nucléaires (BAN) ;
 - quelques déchets d'exploitation et effluents courants issus de l'exploitation et dont la prise en charge est en attente d'agrément ;
- sur le plan non radiologique : des huiles servant aux moyens de levage (pont polaire, portiques de manutention, etc.) et d'autres substances conservées pour les besoins de démantèlement, un volume résiduel d'eau borée et de soude, et des coques de boues issues de l'exploitation.

Potentiel de danger : propriété intrinsèque à une substance, un système technique ou une activité, de pouvoir entraîner un dommage sur un élément vulnérable.

On parle d'**activation** lorsque des matériaux, soumis à un flux neutronique, deviennent eux-mêmes radioactifs. La radioactivité est alors présente au sein même de la matière.

■ Objectifs et fonctions de sûreté

Deux objectifs sont fixés pendant la phase de démantèlement de l'INB n°75 :

- aucune situation incidentelle ou accidentelle susceptible de porter atteinte aux **intérêts protégés** visés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement ne doit nécessiter des actions de protection d'urgence ni générer des conséquences significatives sur les territoires et les biens sur le long terme ;
- les risques de dispersion de substances radioactives à l'intérieur de l'installation ou dans son environnement doivent être maîtrisés au plus près des sources d'émission.

Les intérêts protégés mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement sont les suivants : sécurité, santé et salubrité publiques, protection de la nature et de l'environnement.

Pour atteindre ces objectifs, la maîtrise des risques s'appuie sur quatre **fonctions fondamentales de sûreté** :

- vis-à-vis des accidents radiologiques :
 - le **confinement** des substances radioactives ;
 - la protection des personnes et de l'environnement contre les rayonnements ionisants ;
- vis-à-vis des accidents non radiologiques :
 - le confinement des substances dangereuses ;
 - la protection des personnes et de l'environnement contre les effets non radiologiques (toxiques, de surpression, thermiques et liés à l'impact de projectiles).

Confinement : maintien de substances à l'intérieur d'un espace déterminé grâce à un ensemble de dispositions visant à empêcher leur dispersion.

De plus, le principe de défense en profondeur est appliqué, au travers de trois niveaux de défense successifs destinés à prévenir les situations d'accidents et à en limiter les conséquences éventuelles : prévention, surveillance, actions.

■ Inventaire des risques

L'identification des risques s'appuie sur la connaissance de l'installation et des opérations à réaliser. Ainsi, les risques à analyser sont les suivants :

- les risques de défaillance interne pouvant induire des situations de nature à remettre en cause l'une des quatre fonctions fondamentales de sûreté (listées ci-dessus) ;
- les agressions internes : l'explosion interne, l'émission de projectiles et la défaillance d'équipement sous pression ; l'incendie ; les collisions et chutes de charges ; l'émission de substances dangereuses ; l'inondation interne ;
- les agressions externes : les risques induits par les activités industrielles et les voies de communication (dont les explosions, les émissions de substances dangereuses), et les chutes d'aéronefs ; le séisme ; la foudre et les interférences électromagnétiques ; les conditions météorologiques ou climatiques extrêmes ; l'inondation externe ;
- les autres risques : le risque de malveillance et d'intrusion ; les facteurs organisationnels et humains (FOH) ; la coactivité ; le transport interne de marchandises dangereuses.

■ **Méthode d'analyse des risques**

La méthode d'analyse des risques appliquée dans le cadre du démantèlement se déroule en deux temps :

1. Pour les **défaillances internes**, l'analyse conduit à définir une série d'Éléments Importants pour la Protection (EIP) et/ou d'Activités Importantes pour la Protection (AIP). Des exigences sont assignées aux EIP et AIP pour traduire les performances attendues.
2. Pour les **agressions internes et externes**, des dispositions génériques de maîtrise des risques sont définies suivant trois lignes de défense successives : prévention, surveillance, actions. L'analyse est alors menée en considérant les diverses cibles potentielles de l'agression dont les EIP et AIP précédemment identifiés, ce qui peut conduire à identifier des EIP ou AIP complémentaires ou des exigences complémentaires sur des EIP ou AIP préexistantes.

Les **Éléments Importants pour la Protection (EIP)** sont les structures, systèmes et composants nécessaires à la maîtrise des risques. Les **Activités Importantes pour la Protection (AIP)** sont des activités nécessaires à la maîtrise des risques.

Les dispositions prises pour la maîtrise de chacun des risques sont présentées au chapitre 5.

4.

ANALYSE DU RETOUR D'EXPERIENCE D'INSTALLATIONS ANALOGUES

La centrale de Fessenheim appartient à la filière des réacteurs à eau pressurisée (REP), qui est la plus répandue au niveau mondial, avec près de 300 réacteurs en fonctionnement dans le monde et plusieurs dizaines de réacteurs déjà déconstruits ou en cours de déconstruction.

■ **Origines du Retour d'Expérience (REX)**

Ainsi, le démantèlement de la centrale de Fessenheim peut bénéficier du Retour d'Expérience issu de la déconstruction de plusieurs réacteurs du même type, en particulier de la centrale EDF de Chooz A actuellement en déconstruction.

Par ailleurs, le démontage de gros équipements (générateurs de vapeur, tronçons de tuyauterie, pompes, etc.) bénéficie du Retour d'Expérience issu d'opérations similaires menées sur le parc de centrales en exploitation lors du remplacement de ces équipements.

De façon générale, les scénarios retenus pour le démantèlement de la centrale de Fessenheim ont fait l'objet de revues avec des spécialistes internationaux ayant déjà conduit des démantèlements de centrales de type REP.

■ **Principaux enseignements**

Les principaux enseignements tirés du Retour d'Expérience et pris en compte pour le démantèlement de Fessenheim sont :

- l'intérêt de faire une décontamination chimique du circuit primaire principal et de certains circuits connectés en phase de préparation au démantèlement (PDEM), en vue d'optimiser la radioprotection pendant le démantèlement et de réduire les risques pour les intérêts protégés en réduisant le terme source ;
- l'utilisation d'une approche de « simplification fonctionnelle » consistant à abandonner les réseaux d'origine au profit de réseaux dédiés dimensionnés au besoin du démantèlement, afin de diminuer les risques et les contraintes associés aux réseaux ;
- le choix d'un scénario de découpe sous eau de la cuve et de ses internes, ce qui permet de limiter l'exposition des intervenants tout en renforçant la protection incendie, puisque les départs de feu ne sont pas possibles sous eau ;
- la mise en place d'une gestion sous forme de « gros composants » consistant à déplacer certains équipements dans un atelier de découpe situé à proximité, pour bénéficier des facilités techniques associées à cet atelier.

5.

DISPOSITIONS DE MAITRISE DES RISQUES

Chacun des risques inventoriés (défaillances internes et agressions internes et externes) fait l'objet d'une analyse de manière à mettre en place des dispositions permettant de le maîtriser.

Cette démarche concerne l'étape de démantèlement électromécanique. À l'issue de cette étape, le terme source radioactif et les substances dangereuses ayant drastiquement diminué, les risques sont considérablement réduits pendant l'étape d'assainissement. Pendant la démolition des bâtiments et la réhabilitation des sols, les dispositions à prendre relèvent de la sécurité de chantier classique.

MAITRISE DES RISQUES DE DEFAILLANCE INTERNE

■ **Confinement des substances radioactives**

*Pour éviter qu'elles ne se dispersent, les substances radioactives doivent rester enfermées dans un espace déterminé (équipement, circuit, conteneur, ...). On parle de **confinement**. Le risque associé à la défaillance du confinement est la dispersion de substances radioactives à l'intérieur de l'installation ou dans son environnement.*

Principe du confinement :

Le confinement des substances radioactives est assuré à un ou, lorsque nécessaire, deux niveaux :

- un confinement **statique** assuré par des enveloppes étanches (exemple : colis de déchets, parois des locaux, sas de chantier, etc.) ;
- un confinement **dynamique** assuré par une cascade de dépressions successives entre les zones contenant des substances radioactives et l'extérieur, de manière à créer une circulation d'air vers l'intérieur plutôt que vers l'extérieur.

Principales dispositions mises en place :

- Les zones de chantier sont conçues avec une qualité adaptée à l'importance des enjeux radiologiques présents (mise en place de sas, confinement statique, dynamique...). Cette qualité est contrôlée régulièrement dans le cadre des programmes de maintenance. Les zones de chantier sont si nécessaire équipées de capteurs de mesure et d'alarmes signalant les éventuels défauts de dépression.
- En cas de perte du confinement, les chantiers en cours sur la zone concernée sont interrompus.
- Les capacités contenant des effluents radioactifs en quantité importante (notamment les piscines) font l'objet d'une surveillance du niveau de liquide présent et de rondes de l'exploitant lorsque la capacité est en zone accessible. De plus, elles sont munies de rétention.
- En cas de fuite d'effluents liquides radioactifs : les opérations en cours dans la zone concernée sont interrompues, la fuite est maîtrisée, des mesures de caractérisation sont prises, les effluents sont pompés et conditionnés, les locaux sont nettoyés.

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

Le risque associé à la défaillance de cette fonction fondamentale de sûreté est l'exposition des personnes et de l'environnement aux rayonnements ionisants.

Principales dispositions mises en place :

- L'enceinte des BR et les parois en béton du BAN et des BEGV constituent une protection contre l'exposition, de même que l'enveloppe en béton des colis utilisés pour les déchets irradiants.
- La présence d'un niveau d'eau suffisant dans les piscines de désactivation (BK) assure une protection contre les rayonnements liés aux déchets activés (DAE) entreposés dans ces piscines.
- Les sources irradiantes sont situées à distance des intérêts protégés.
- La durée d'exposition des intérêts protégés aux rayonnements ionisants est limitée, notamment en évacuant le plus rapidement possible les sources d'exposition (une fois les colis sortis de l'IDT, ils sont évacués rapidement).
- Une surveillance de l'exposition externe des personnes et de l'environnement aux rayonnements ionisants est faite via des mesures régulières de débit de dose en limite de site.

■ **Confinement des substances dangereuses**

Le risque associé à la défaillance du confinement est la fuite de substances dangereuses sous forme liquide ou gazeuse.

Principales dispositions mises en place :

- Les substances dangereuses (notamment la soude) sont conservées dans des contenants adaptés : bâches (réservoirs), piscines de désactivation (BK), systèmes ou bidons.
- Les bâches concernées sont munies de rétention.
- Le bon état des piscines, bâches, réservoirs, systèmes et bidons contenant des substances dangereuses est surveillé par des rondes d'inspection

Les substances dangereuses sont des substances qui présentent un risque pour la santé, la sécurité, les biens ou l'environnement.

régulières de l'exploitant qui permettent de détecter une éventuelle dégradation ou la présence de fuites sur les capacités entreposées.

→ En cas de fuite : les capacités à l'origine des fuites sont reconditionnées, les effluents sont pompés et conditionnés, puis la zone est nettoyée.

■ **Protection des personnes et de l'environnement contre les effets non radiologiques (toxiques, de surpression, thermiques et liés à l'impact de projectiles)**

Les dispositions mises en place sont celles prévues pour les risques d'incendie, d'explosion et les risques liés à l'environnement industriel, présentés plus loin.

MAITRISE DES RISQUES D'AGRESSIONS INTERNES

■ **Explosion interne**

L'explosion interne peut provenir de l'éclatement d'un récipient sous l'effet de sa pression interne ou de la combustion rapide d'un nuage de gaz, vapeur ou poussière. En particulier, l'hydrogène qui se dégage lors de la recharge de batteries électrique peut provoquer une atmosphère explosive.



Principales dispositions mises en place :

- La recharge des batteries des engins de manutentions électriques est effectuée de préférence dans des locaux dédiés équipés de parois en béton.
- Le nombre de bouteilles de gaz sous pression (air comprimé) et de gaz inflammable présentes dans les locaux est limité au strict nécessaires.
- Hors période d'utilisation, les bouteilles sont stockées dans un parc extérieur comportant des alvéoles en béton armé dont les parois sont coupe-feu.
- Les opérations liées à la découpe par un gaz inflammable dans un atelier de démantèlement sont assorties de consignes de sécurité strictes.

■ **Incendie interne**

Le risque incendie est lié à la présence de matières combustibles (vinyle, divers déchets, etc.) et de sources potentielles d'allumage (matériels électriques, travaux de découpe par point chaud, engins de manutention).

La maîtrise du risque incendie repose sur des mesures de prévention des départs de feu, des moyens de détection et extinction rapide et, en cas de déclenchement d'un incendie, des dispositions visant à limiter sa propagation, notamment une sectorisation des locaux. L'objectif majeur est d'empêcher qu'un incendie n'entraîne la remise en suspension de substances radioactives.



Principales mesures pour limiter la présence de matières combustibles :

- Les nouveaux équipements mis en place (câbles électriques, sas de confinement, etc.) sont choisis pour leur faible réactivité au feu.
- Les quantités de matières combustibles introduites dans les locaux sont réduites autant que possible et entreposées au plus loin des cibles de sûreté.
- Les déchets combustibles sont évacués régulièrement.

Principales mesures pour limiter les sources potentielles d'allumage :

- La réalisation de découpe par point chaud nécessite une autorisation spécifique associée à une analyse de risque et si besoin des rondes sont faites pour s'assurer de l'absence de feux couvants.
- Les points de distribution électriques dans les ateliers sont hors tension en dehors des périodes de travail.

- Dans la salle des machines, les engins de manutention à motorisation thermique sont interdits à proximité des entreposages des colis de déchets les plus combustibles.
- Les camions en provenance de l'extérieur du site doivent stationner moteur à l'arrêt avant d'entrer dans la salle des machines afin de limiter la présence de points chauds. De plus, leur temps de présence dans la salle des machines est limité.

Autres mesures de prévention et actions :

- Des distances minimums sont à respecter autour des charges combustibles ou, en cas d'impossibilité, des écrans pare-flammes sont installés.
- Une limite maximum est fixée pour l'activité radiologique totale des colis radioactifs pouvant être entreposés dans un bâtiment, de manière à limiter l'inventaire radiologique susceptible d'être mobilisé en cas d'incendie.

■ **Collision ou chute de charge**

Les collisions et chutes de charge sont liées à la manutention d'équipements ou de colis de déchets. Elles peuvent entraîner la dégradation de l'objet manutentionné ou de l'obstacle heurté ainsi que des dommages dans la zone de chute.



Principales dispositions mises en place :

- Les systèmes de manutention sont adaptés à la charge manutentionnée et disposent de dispositifs de sécurité (maintien de la charge, anti-basculement, etc.). Ils font l'objet d'une maintenance régulière et de contrôles réglementaires.
- Des consignes de sécurité sont définies pour limiter la vitesse et la hauteur de déplacement, vérifier les équipements et le positionnement des charges.
- Les trajectoires sont prédéfinies pour limiter le risque de choc et au besoin interdire certaines zones de survol.

■ **Émission de substances dangereuses**

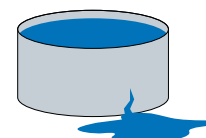
Ce risque correspond à la fuite d'une substance dangereuse ou à un dégagement gazeux suite à réaction chimique ou combustion.

Principales dispositions mises en place :

- Les contenants utilisés sont adaptés au produit contenu et à l'usage prévu.
- Les quantités mises en œuvre sont limitées aux besoins des activités mises en jeu sur l'installation.
- Les substances sont entreposées dans des zones appropriées et équipées de dispositifs de rétention de façon à prévenir les infiltrations dans le sol.
- Les produits chimiques incompatibles entre eux sont séparés.

■ **Inondation interne**

Le risque est lié à la présence de liquide dans des piscines et réservoirs ou transitant dans des tuyauteries (par exemple eau du système de lutte contre l'incendie).



Principales dispositions mises en place :

- Les piscines, réservoirs et tuyauteries font l'objet de contrôles et de maintenance périodiques de façon à limiter les risques de fuite.
- En cas de fuite (même importante) dans un bâtiment, les parois et radiers assurent la rétention, empêchant tout transfert vers l'extérieur.

MAITRISE DES RISQUES D'AGRESSIONS EXTERNES

■ **Risques induits par les activités industrielles, les voies de communication et les chutes d'aéronefs**

Environnement industriel : l'environnement du site ne comporte pas d'installation industrielle susceptible de générer un risque.

Voies de communication : les voies les plus proches comportant un trafic notable de matières dangereuses sont le Grand Canal d'Alsace (voie fluviale) et l'autoroute A5 situé à l'est du Grand Canal d'Alsace. Le scénario le plus pénalisant, à savoir l'explosion de cuves de péniche mal dégazées, n'aurait pas d'impact sur la sûreté du site compte tenu de la distance de celui-ci.

Chute d'avion : compte tenu du trafic aérien dans l'environnement du site, les probabilités de chute d'avion calculées pour l'ensemble du site sont faibles et inférieures aux seuils définis dans la Règle Fondamentale de Sûreté (RFS) relative à la prise en compte des risques liés aux chutes d'avion. Le risque de chute d'avion ne nécessite donc pas de disposition particulière.

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) émet des **Règles Fondamentales de Sûreté (RFS)** définissant, dans plusieurs domaines techniques, des objectifs de sûreté à atteindre et les pratiques qu'elle juge satisfaisantes pour les respecter.

■ **Séisme**

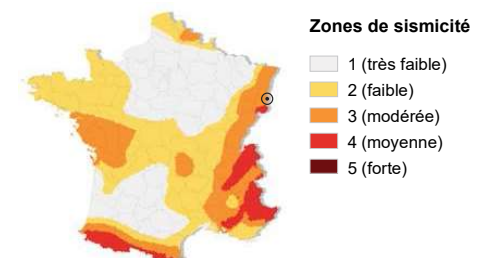
Le site de Fessenheim est implanté en zone de sismicité modérée. Le séisme maximum historique vraisemblable (SMHV) pour le site est de magnitude 6,5 sur l'échelle de Richter avec un épicentre situé à 30 km du site.

Les principaux bâtiments (BR, BK, BW et BAN) sont dimensionnés pour résister à un séisme dit « séisme majoré de sécurité » (SMS) de magnitude 7,0 sur l'échelle de Richter avec un épicentre situé sous le site. Ce dimensionnement concerne la structure des bâtiments ainsi que les principaux équipements qu'ils abritent, notamment les ponts de manutention.

Seuls deux bâtiments mettant en jeu des substances radioactives pendant le démantèlement ne sont pas dimensionnés au séisme majorant : la salle des machines et le bâtiment des auxiliaires de conditionnement (BAC) où les coques béton sont bouchonnées. Pour ces deux bâtiments, l'activité radiologique cumulée des déchets présents est volontairement limitée.

Dans les autres bâtiments, le terme source est faible.

Zonage sismique de la France métropolitaine



■ **Foudre et interférences électromagnétiques induites**

La foudre est une décharge électrique aérienne, qui peut engendrer des dommages physiques ainsi que des défaillances des réseaux internes dues aux surtensions.

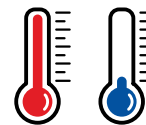
L'installation est équipée de paratonnerres sur les zones où un impact direct de la foudre est possible. Plusieurs mesures sont prises vis-à-vis du risque de surtension : mise à la terre des liaisons entrant dans les bâtiments, protection des équipements électriques ou électroniques sensibles et, si besoin, utilisation de parafoudres (appareil destiné à protéger le matériel électrique contre les surtensions transitoires élevées).

■ **Conditions climatiques extrêmes**

Les conditions climatiques extrêmes sont les températures extrêmes (grand chaud et grand froid), les chutes de neige conséquentes et les vents forts.

Les conditions climatiques extrêmes n'ont aucun effet notable sur la tenue structurelle des bâtiments ni sur le confinement statique des substances radioactives.

Certains équipements contribuant à la fonction de confinement dynamique et des équipements de manutention peuvent être perturbés en cas de températures extrêmes. C'est pourquoi les opérations à risque de dispersion de substances radioactives et certaines opérations de manutention sont interrompues de manière préventive avant l'entrée en conditions de grand froid ou grand chaud.



De plus, préventivement au grand froid, les bâtiments sont fermés pour conserver leur inertie thermique et limiter le risque de gel des fluides présents. En tout état de cause, les rétentions ultimes des bâtiments permettent de recueillir les effluents en cas de rupture de canalisations ou de fuites.

■ **Inondation externe**

L'inondation externe correspond à un apport important d'eau provenant de l'extérieur des bâtiments.

Le site dispose d'une protection périphérique contre l'inondation. De plus, les équipements à protéger de l'inondation externe sont :

- soit installés à des hauteurs suffisantes pour être hors d'atteinte en cas d'inondation externe ;
- soit étanches et ne sont alors pas susceptibles d'entraîner une dispersion de substances radioactives.

Plusieurs scénarios d'inondation externe ont été examinés : fortes pluies, fuite de réservoirs ou tuyauteries sur le site, remontées de la nappe phréatique, débordement du Grand Canal d'Alsace, fuite de la digue du Grand Canal d'Alsace suite à séisme.

Seul le cas d'une inondation suite à séisme doit être étudié plus en détail, car il est considéré que les colis entreposés dans la salle des machines peuvent avoir été endommagés. Dans ce cas, pour éviter le lessivage d'une partie de l'inventaire radiologique, la protection périphérique du site est complétée par des batardeaux amovibles et par la mise en place d'obturateurs gonflables sur certaines branches du réseau d'eaux pluviales, de façon à éviter l'inondation de la plateforme de la salle des machines.

MAITRISE DES AUTRES RISQUES

■ **Risque de malveillance et d'intrusion**

L'intrusion et la malveillance d'une personne mal intentionnée commettant un acte volontaire peuvent avoir des conséquences importantes vis-à-vis de la protection des personnes et de l'environnement.

Afin de prévenir les risques de malveillance ou d'intrusion sur le site par une personne non autorisée, plusieurs mesures de protection et de prévention sont mises en place. Ces mesures sont couvertes par la confidentialité.

■ **Facteurs organisationnels et humains (FOH)**

Les facteurs organisationnels et humains (FOH) couvrent les éléments des systèmes Homme-Machine relevant de la composante humaine (physique, physiologique, psychique, psychologique, sociologique, etc.).

La prévention du risque lié aux facteurs humains est assurée par : la formation et l'information des intervenants, l'encadrement du personnel et la surveillance du déroulement des opérations, l'adaptation du poste de travail (ergonomie) et de son environnement, l'utilisation d'un outillage approprié.

■ **Coactivité**

Le fait de réaliser des opérations à l'intérieur d'une installation ou de réaliser des opérations simultanément peut conduire à des interactions.

La coactivité est prise en considération systématiquement en vérifiant que la réalisation d'une activité ne risque pas de générer une agression pour une autre activité.

■ **Transport interne de marchandises dangereuses**

Le fait de réaliser le transport de marchandises dangereuses dans le périmètre d'une installation nucléaire de base à l'extérieur des bâtiments et des parcs d'entreposage peut avoir des conséquences vis-à-vis de la protection des personnes et de l'environnement.

Les principes de sûreté appliqués pour réduire les risques d'impact de l'activité de transport interne de matières dangereuses reposent sur une logique de défense en profondeur comprenant : la conception des colis, les précautions à prendre lors du transport des colis, la limitation des conséquences en cas d'accident.

Ainsi, en fonction du type de colis, les critères de performance de résistance des colis sont adaptés aux dangers potentiels de la matière transportée.

6.

ANALYSE DES CONSEQUENCES EN SITUATION ACCIDENTELLE

Les situations considérées dans ce paragraphe sont des **situations théoriques**, dites « enveloppes », aux conséquences plus importantes que les différents scénarios étudiés dans le cadre de l'analyse des risques. Ces scénarios d'accident permettent de vérifier que, dans tous les cas envisageables, les conséquences sur les intérêts protégés restent faibles.

Il faut rappeler que, suite aux opérations de préparation au démantèlement (PDEM) et notamment à l'évacuation des assemblages combustibles, les risques d'accident sont considérablement réduits pendant la phase de démantèlement. Néanmoins, ces situations enveloppes sont examinées, pour des accidents de nature radiologique et non radiologique.

SCENARIOS D'ACCIDENTS RADIOLOGIQUES

Trois scénarios d'accidents radiologiques ont été retenus comme enveloppes des autres scénarios :

- incendie généralisé dans la salle des machines suite à séisme : le bâtiment n'étant pas dimensionné au « séisme majoré de sécurité » (SMS) défini précédemment page 20, le scénario plus pénalisant considère que le bâtiment est ruiné et qu'un feu s'y développe, entraînant l'agression de l'ensemble des colis de déchets présents dans le bâtiment ;
- feu d'engin de manutention dans la salle des machines : le scénario concerne un départ de feu venant d'un chariot de manutention et engendrant l'agression de fûts contenant des déchets combustibles ;
- feu dans un bâtiment : le scénario retenu est un feu mobilisant tous les colis d'une zone d'entreposage tampon dans le BAN, les BK et les BR.

Les conséquences des accidents sont évaluées : à court terme (24 heures et 7 jours) à une distance de 500 mètres du site, à moyen terme et à long terme (respectivement un an et vie entière) à une distance de 2 km du site. Les évaluations prennent en compte l'exposition externe au panache radioactif et aux dépôts au sol ainsi que l'exposition interne par inhalation du panache et par ingestion d'aliments contaminés.

Les conséquences radiologiques les plus importantes sont celles du scénario d'incendie généralisé du bâtiment Salle Des Machines suite à séisme. Elles conduisent à une exposition à court terme inférieure à 1 mSv à 500 mètres, ce qui est très inférieur à la limite nécessitant la mise en œuvre de mesures de protection des populations (10 mSv).

L'exposition à moyen terme à 2 km du site est inférieure à 1 mSv/an, ce qui correspond à la limite fixée par la réglementation française (article R. 1333-8 du code de la santé publique) concernant la dose efficace ajoutée pour le public du fait des activités nucléaires en conditions normales.

Au regard des objectifs de sûreté fixés pour la protection des intérêts, les conséquences de ces scénarios enveloppes sont très faibles.

L'exposition humaine à la radioactivité est évaluée au travers d'une grandeur appelée « dose efficace » ou plus simplement « dose », qui exprime les effets des rayonnements sur l'organisme.
L'unité de mesure de la dose efficace est le millisievert (mSv).

Pour comparaison : en France, la dose due à la radioactivité naturelle est de 2,9 mSv/an.

SCENARIOS D'ACCIDENTS NON RADIOLOGIQUES

Les scénarios d'accidents non radiologiques étudiés prennent en compte la présence de substances dangereuses et de potentiels calorifiques.

Deux types d'accidents non radiologiques ont été retenus comme enveloppes :

- des incendies dans les différents bâtiments ;
- l'explosion d'une bouteille sur le parc extérieur où sont entreposés les différents gaz.

Les conséquences sont évaluées en prenant en compte les effets thermiques et de surpression, ainsi que les effets toxiques liés aux produits mobilisables potentiellement dangereux.

L'évaluation montre que ces scénarios ne présentent pas de risque vis-à-vis des intérêts protégés.

7.

RADIOPROTECTION ET SYSTEMES DE SURVEILLANCE

RADIOPROTECTION

L'objectif principal de radioprotection est de réduire l'exposition globale du personnel intervenant tout au long du démantèlement de l'installation. Les fonctions de radioprotection à assurer pour une INB en démantèlement sont les suivantes :

- le confinement des substances radioactives et la protection contre le risque d'**exposition interne** des personnels intervenant ;
- l'optimisation et la limitation de l'**exposition externe** directe des personnels intervenant exposés.

L'**exposition interne** correspond au cas d'une personne inhalant ou ingérant des substances radioactives.

L'**exposition externe** correspond au cas d'une personne se trouvant sur le trajet des rayonnements ionisants émis par des substances radioactives.

Cet objectif est atteint par la mise en œuvre d'une démarche dite ALARA (en anglais : « *As Low As Reasonably Achievable* » signifiant « aussi bas que raisonnablement possible »). ALARA est un principe d'optimisation de la protection, qui a pour finalité de réduire l'exposition reçue par chaque personnel intervenant jusqu'au niveau le plus faible qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu des contraintes techniques et économiques.

La démarche ALARA a été appliquée dès la conception des opérations, notamment lors de la définition des scénarios de démantèlement. La démarche d'optimisation se poursuit ensuite en phase de réalisation des opérations.

■ **Principales dispositions vis-à-vis du risque d'exposition interne**

Des moyens de protections collectives sont mis en œuvre pour réduire des risques aussi bas que raisonnablement possible avant d'examiner en dernier ressort les moyens de protections individuelles.

Vis-à-vis de l'exposition interne, les dispositions collectives de prévention s'organisent en trois familles de mesures complémentaires :

- En amont, la réduction de la contamination présente, grâce aux opérations menées en PDEM (notamment la décontamination des circuits).
- Le maintien des substances radioactives à l'intérieur d'un espace déterminé afin d'empêcher leur dispersion dans les locaux, appelé « confinement statique ».
- La mise en dépression des zones contenant les substances radioactives, appelée « confinement dynamique ».

■ **Principales dispositions vis-à-vis du risque d'exposition externe**

Vis-à-vis de l'exposition externe, les dispositions de prévention s'organisent en quatre familles de mesures complémentaires :

- En amont, la réduction de l'activité présente, grâce aux opérations menées en PDEM (notamment l'évacuation des combustibles).
- L'éloignement par rapport à la source de rayonnement.
- La mise en place d'écrans (appelés protections biologiques) entre les rayonnements et le personnel intervenant présent.
- La limitation du temps de présence.

■ **Choix de scénarios**

- Les scénarios de démantèlement retenus permettent de favoriser, autant que possible, l'utilisation de la protection biologique que constituent les murs existants pour limiter le risque d'exposition externe des personnels intervenant.
- La décontamination du circuit primaire réalisée en phase de PDEM permet de limiter l'inventaire radiologique présent et donc de réduire à la fois le risque d'exposition externe et le risque d'exposition interne.
- Les opérations à mener sur les équipements les plus irradiants s'effectueront à distance, par des moyens téléopérés.
- Le démantèlement de la cuve et de ses internes sera réalisé sous eau, puis le traitement et le conditionnement des déchets correspondants seront réalisés dans une cellule blindée automatisée.
- Des dispositions techniques et organisationnelles spécifiques seront étudiées lors de la réalisation des opérations afin d'optimiser et limiter les temps d'intervention et définir l'utilisation d'écrans renforcés de protections biologiques.

■ **Surveillance des fonctions de radioprotection**

L'instrumentation de radioprotection participe à la prévention de l'exposition du personnel intervenant et du public. Elle assure les fonctions suivantes :

- surveillance des lieux de travail, par mesure de la contamination de l'air et du niveau de rayonnement ambiant dans les locaux ;
- contrôle des rejets d'effluents gazeux, par des prélèvements en continu à la cheminée. La cheminée de rejet est surveillée par des prélèvements instrumentés.

Des chaînes de surveillance sont réparties à l'intérieur des zones à surveiller, pour vérifier que les niveaux sont conformes à la prévision et pour alerter en cas de dépassement.

Tout dépassement engendre le déclenchement d'alarmes visuelles et sonores en local.

SYSTEMES DE SURVEILLANCE

■ **Surveillance de l'environnement**

Les différents rejets liquides et gazeux du site font l'objet d'une surveillance (radiologique et physico-chimique selon la nature des rejets).

Par ailleurs, un réseau de balises implantées en limite de l'installation permet de mesurer la dose gamma ambiante (d'origine naturelle ou artificielle).

■ **Moyens de détection et de lutte incendie**

L'INB possède un système de détection incendie qui assure la détection rapide d'un départ de feu, sa localisation et le déclenchement de l'alarme incendie.

Les moyens de lutte contre l'incendie mis en œuvre sont des extincteurs adaptés au type de feu potentiel ainsi que, dans plusieurs bâtiments, des protections incendie par eau pulvérisée à buses ouvertes ou fermées. De plus, les équipes d'interventions disposent de lances à eau pouvant être raccordées à des bornes incendies.

ORGANISATION EN CAS DE CRISE

Le **Plan d'Urgence Interne (PUI)** décrit l'organisation dite « de crise » qui se substituerait à l'organisation normale en cas de situation accidentelle, dans le but de limiter les conséquences sur l'environnement naturel et humain.

La direction des opérations et l'information des autorités compétentes sont réalisées depuis un Poste de Commandement. Cette organisation au niveau local est complétée par une organisation au niveau national. De plus, en cas de besoin, les intervenants extérieurs principaux (pompiers, SMUR, gendarmerie), sont immédiatement alertés par téléphone.

L'organisation en cas de crise fait l'objet d'une préparation en amont. Les actions et mesures d'urgence sont décrites dans fiches réflexes préétablies. Des exercices de crise sont réalisés périodiquement pour tester le fonctionnement des dispositions mises en place.

8. CONCLUSION

L'étude de maîtrise des risques rappelle que la majorité des potentiels de danger a été supprimée de l'installation au cours des opérations de préparation au démantèlement (PDEM) puis examine de façon exhaustive l'ensemble des situations liées à la phase de démantèlement.

Elle montre que, grâce aux dispositions mises en œuvre pour prévenir, surveiller et limiter les conséquences des risques, les scénarios de défaillances et d'agressions les plus pénalisants n'entraînent pas de conséquences inacceptables vis-à-vis des intérêts protégés.

L'étude de maîtrise des risques permet d'affirmer que l'objectif général de sûreté nucléaire, qui vise à protéger l'homme et son environnement en établissant et en maintenant une défense efficace contre les risques de toute nature, est atteint pour le démantèlement de la centrale de Fessenheim.