

PIÈCE 9

ÉTUDE DE MAÎTRISE DES RISQUES

- Chapitre 2 - Inventaire des risques

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

PRESENTATION DU CHAPITRE 2	4
2.1. PRESENTATION DU DEMANTELEMENT	5
2.1.1. ÉTAT INITIAL DU DEMANTELEMENT	5
2.1.1.1. Aspect radiologique	5
2.1.1.2. Aspect conventionnel.....	6
2.1.2. ÉTAT FINAL VISE	6
2.1.3. PRINCIPES GENERAUX DU DEMANTELEMENT	7
2.1.3.1. Quatre étapes	7
2.1.3.2. Logique globale de démantèlement.....	8
2.1.3.3. Gestion des déchets radioactifs.....	8
2.1.3.3.1. <i>Classification des déchets</i>	9
2.1.3.3.2. <i>Filières d'évacuation des déchets issus du démantèlement</i>	9
2.1.3.3.3. <i>Logiques de gestion pour les différents déchets radioactifs</i>	9
2.1.3.3.4. <i>Le bâtiment Salle Des Machines (SDM)</i>	10
2.1.3.3.5. <i>Chemins</i>	10
2.1.3.4. Modifications de l'installation pour le démantèlement	10
2.1.3.5. Principe retenu pour l'assainissement	11
2.1.4. SCENARIO PAR BATIMENT	11
2.1.4.1. Démantèlement du bâtiment réacteur (BR).....	11
2.1.4.1.1. <i>Présentation des ateliers mis en place</i>	11
2.1.4.1.2. <i>Démantèlement électromécanique</i>	12
2.1.4.1.3. <i>Assainissement</i>	13
2.1.4.2. Démantèlement du bâtiment combustible (BK).....	13
2.1.4.2.1. <i>Ateliers mis en place</i>	14
2.1.4.2.2. <i>Démantèlement électromécanique</i>	14
2.1.4.2.3. <i>Assainissement</i>	14
2.1.4.3. Démantèlement du bâtiment périphérique (BW)	14
2.1.4.4. Démantèlement du bâtiment des auxiliaires nucléaires (BAN)	15
2.1.4.4.1. <i>Ateliers mis en place</i>	15
2.1.4.4.2. <i>Démantèlement électromécanique</i>	15
2.1.4.4.3. <i>Assainissement</i>	15
2.1.4.5. Démantèlement des autres bâtiments et ouvrages divers	15
2.1.4.6. Démolition conventionnelle des bâtiments	15
2.1.4.7. Réhabilitation des sols	16
2.2. INVENTAIRE DES RISQUES	16
2.2.1. DEFAILLANCES INTERNES	17
2.2.1.1. Confinement des substances radioactives	17

2.2.1.2. Protection des personnes et de l'environnement contre les rayonnements ionisants	18
2.2.1.3. Confinement des substances dangereuses	18
2.2.1.4. Protection des personnes et de l'environnement contre les effets non radiologiques.....	18
2.2.2. AGRESSIONS INTERNES	18
2.2.2.1. Explosion interne, émission de projectiles et défaillance d'équipement sous pression	19
2.2.2.2. Incendie	19
2.2.2.3. Collision et chute de charge	19
2.2.2.4. Émission de substances dangereuses	19
2.2.2.5. Inondation interne	19
2.2.3. AGRESSIONS EXTERNES	20
2.2.3.1. Risques liés à l'environnement industriel, voies de communication et chutes d'aéronefs	20
2.2.3.2. Séisme	20
2.2.3.3. Foudre et interférences électromagnétiques	20
2.2.3.4. Conditions météorologiques ou climatiques extrêmes	20
2.2.3.5. Inondation externe	21
2.2.4. AUTRES RISQUES	21
2.2.4.1. Risque de malveillance et d'intrusion	21
2.2.4.2. Facteurs organisationnels et humains (FOH).....	21
2.2.4.3. Coactivité	21
2.2.4.4. Transport interne de marchandises dangereuses	21
2.2.5. CUMULS PLAUSIBLES ENTRE LES AGRESSIONS	22

FIGURES

Figure 2.a	Schématisation des quatre étapes du démantèlement.....	7
Figure 2.b	Planning général du démantèlement de l'INB n°75	8
Figure 2.c	Principe d'implantation de la cellule blindée	12
Figure 2.d	Vue en coupe du puits de cuve (cuve en place) et des blocs de béton activés à retirer	13

P RESENTATION DU CHAPITRE 2

Ce chapitre correspond aux éléments exigés au 1° de 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 :

« 1° Un inventaire des risques que présente l'installation, d'origine tant interne qu'externe ».

Ce chapitre présente tout d'abord les éléments permettant de comprendre le déroulement du projet de démantèlement de l'INB n°75. Il présente ensuite l'inventaire des risques à prendre en compte.

Note : les méthodes d'analyse des risques identifiés sont présentées dans le chapitre 4 et les dispositions prévues pour maîtriser ces risques sont présentées dans le chapitre 5.

Le chapitre est organisé comme suit :

- [§ 2.1](#) : Présentation du démantèlement ;
- [§ 2.2](#) : Inventaire des risques pendant le démantèlement.

2.1.

PRÉSENTATION DU DEMANTELEMENT

Note : les opérations de démantèlement de l'INB n°75 sont détaillées dans la pièce 3 du dossier de démantèlement, intitulée « Plan de démantèlement ».
Seuls les principaux éléments sont rappelés dans ce chapitre.

2.1.1. ÉTAT INITIAL DU DEMANTELEMENT

Comme cela a été présenté au § 1.2.4 du chapitre 1, l'INB n°75 fait l'objet d'opérations de préparation au démantèlement (PDEM) après l'arrêt de la production d'électricité et avant le début du démantèlement proprement dit. Les opérations réalisées pendant la période de PDEM permettent d'atteindre l'état initial du démantèlement.

Cet état initial est un état physique et de connaissances de l'installation favorisant l'enclenchement et le déroulement des opérations de démantèlement. En particulier, **la majorité des potentiels de danger est évacuée**, tant sur le plan radiologique que conventionnel (i.e. non radiologique).

Les paragraphes ci-dessous présentent les potentiels de danger présents dans l'installation à l'état initial du démantèlement.

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

2.1.1.1. ASPECT RADIOLOGIQUE

À l'état initial du démantèlement, les assemblages combustibles usés et neufs sont évacués du site, de même que la plupart des déchets d'exploitation et des effluents courants issus de l'exploitation.

Les potentiels de danger radiologiques restants sont les suivants :

- les équipements (structures métalliques et béton) ayant été **activés** pendant le fonctionnement de la centrale. Il s'agit principalement de la zone incluant la cuve du réacteur, son puits de cuve et des générateurs de vapeur usés ou issus du démantèlement ;
- des déchets activés d'exploitation (DAE présentés au § 1.2.5.2 du chapitre 1) regroupés dans les piscines de désactivation des bâtiments combustible (BK), maintenues en eau pour des raisons de radioprotection ;
- les résines usées issues des opérations d'exploitation et/ou des opérations de décontamination du circuit primaire, entreposées dans des réservoirs TES dans le bâtiment

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.

des auxiliaires nucléaires (BAN) et constituant le principal terme source potentiellement mobilisable ;

- quelques déchets d'exploitation et effluents courants issus de l'exploitation et dont la prise en charge est en attente d'agrément.

Un inventaire radiologique est réalisé sur site pendant la phase de PDEM, pour confirmer les radionucléides en présence et évaluer leur niveau d'activité dans les différents systèmes, structures et composants. Il permet de quantifier avec précision les potentiels de danger radiologiques.

2.1.1.2. ASPECT CONVENTIONNEL

À l'état initial du démantèlement, les substances dangereuses (hydrogène, fuel, ...) non utiles au démantèlement sont évacuées, de même que les déchets et effluents conventionnels.

Les potentiels de danger conventionnels restants sont notamment les suivants :

- des huiles servant aux moyens de levage conservés pour les besoins de démantèlement (pont polaire, portiques de manutention, etc.) présentes dans les bâtiments réacteurs (BR), le BAN et la salle des machines ;
- un volume résiduel d'eau borée réparti entre les bâtiments combustible (BK), les bâches PTR et les bâches TEU ;
- de la soude conditionnée en bidons et destinée à neutraliser l'eau borée ;
- des coques de boues contaminées issues de l'exploitation.

Le terme **conventionnel** s'applique à des substances, déchets ou effluents ne présentant pas de caractère radiologique.

2.1.2. ÉTAT FINAL VISE

La stratégie d'assainissement vise à obtenir, pour les sols et les structures enterrées laissées en place, un état final radiologique et chimique compatible « tout usage ».

L'état final visé est le suivant :

- tous les bâtiments de l'INB seront démolis jusqu'à une profondeur de moins 1 mètre ;
- les structures laissées en place auront fait l'objet préalablement d'un assainissement complet ou poussé visant un état final du génie civil compatible avec « tout usage » ;
- après démolition des superstructures et des voiries, les cavités restantes sous le niveau du sol sont comblées avec un remblai approprié. La plateforme est nivelée au niveau du terrain naturel ;
- les sols sont réhabilités en conformité avec les dispositions réglementaires en vigueur.

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

2.1.3. PRINCIPES GÉNÉRAUX DU DÉMANTÈLEMENT

2.1.3.1. QUATRE ÉTAPES

Le démantèlement est prévu en quatre étapes (voir [Figure 2.a](#)) :

- **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 conventionnelle 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.

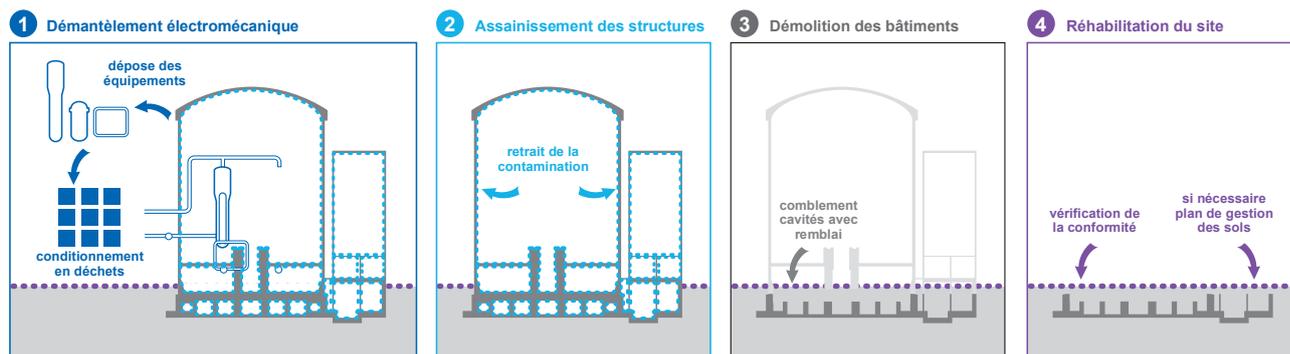


Figure 2.a Schématisation des quatre étapes du démantèlement

Les étapes 1 et 2 visent à supprimer les risques dans les bâtiments nucléaires. Les déchets radioactifs 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 radioactifs 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 comme déchets radioactifs. Les principes directeurs liés à l'assainissement radiologique sont présentés au [§ 2.1.3.5](#).

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

2.1.3.2. LOGIQUE GLOBALE DE DEMANTELEMENT

Au niveau de l'ensemble de l'INB n°75, les étapes se chevauchent car certains bâtiments peuvent être dans une étape alors que d'autres sont dans une autre étape.

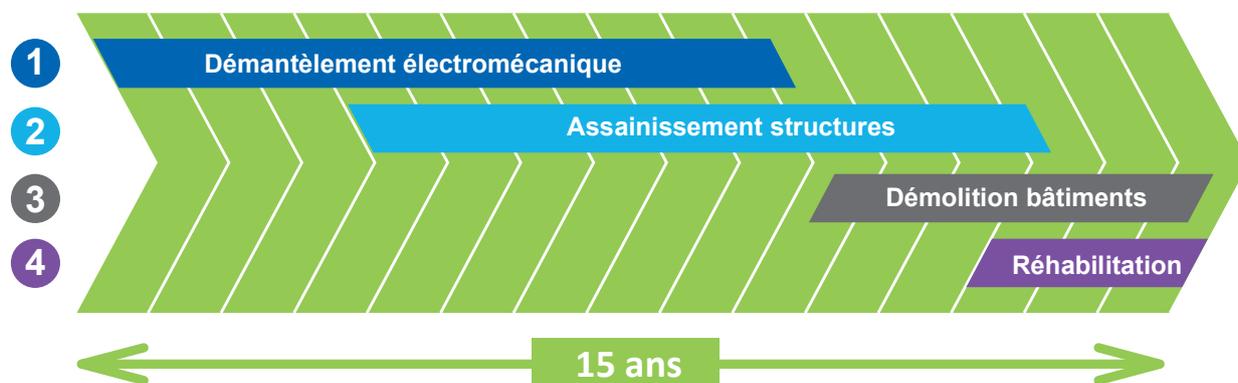


Figure 2.b Planning général du démantèlement de l'INB n°75

Les principales opérations de démantèlement électromécanique des bâtiments nucléaires s'enchaînent selon la logique suivante :

- dès l'entrée en vigueur du décret de démantèlement :
 - un premier bâtiment réacteur (BR) ;
 - le bâtiment des auxiliaires nucléaires (BAN) ;
 - les deux bâtiments périphériques (BW) ;
- dès que possible :
 - un premier bâtiment combustible (BK), dont les déchets activés d'exploitation (DAE) entreposés dans la piscine de désactivation sont évacués au plus tôt ;
- dans un deuxième temps :
 - le second bâtiment réacteur (BR), de manière à enchaîner le démantèlement des internes de cuve et de la cuve du second BR avec le démantèlement de ces mêmes équipements dans le premier BR ;
 - le second bâtiment combustible (BK), après évacuation des DAE entreposés dans la piscine de désactivation ;
 - les autres bâtiments (bâtiment électrique BL, bâtiments diesel BD, bâches PTR, ...).

2.1.3.3. GESTION DES DECHETS RADIOACTIFS

Dans les bâtiments nucléaires, les déchets provenant des zones identifiées comme « zones à production possible de déchets nucléaires » (ZppDN) sont systématiquement considérés comme déchets radioactifs. Les déchets provenant des autres zones ou des bâtiments conventionnels constituent des déchets conventionnels.

Les principes de gestion appliqués aux déchets radioactifs sont présentés ci-dessous.

2.1.3.3.1. Classification des déchets

En France, la catégorisation des déchets radioactifs repose sur deux critères, afin de définir le mode de gestion approprié : le niveau d'activité des éléments radioactifs contenus et leur période de décroissance radioactive. En croisant les deux critères, six catégories sont définies et des filières d'élimination sont définies pour les différentes catégories :

- les déchets de haute activité (**HA**) ;
- les déchets de moyenne activité à vie longue (**MAVL**) ;
- les déchets de faible activité à vie longue (**FA-vl**) ;
- les déchets de faible et moyenne activité à vie courte (**FMA-vc**) ;
- les déchets de très faible activité (**TFA**) ;
- les déchets à très courte période (**VTC**), gérés par décroissance radioactive.

2.1.3.3.2. Filières d'évacuation des déchets issus du démantèlement

Les déchets **TFA** et **FMA-vc** issus du démantèlement seront expédiés vers des centres de stockage exploités par l'Andra, respectivement le Centre Industriel de Regroupement, d'Entreposage et de Stockage (CIREs) et le Centre de Stockage de l'Aube (CSA).

Les déchets **MAVL**, issus notamment des matériaux activés par le flux neutronique, seront entreposés dans l'Installation de Conditionnement et d'Entreposage des Déchets Activés (ICEDA) d'EDF jusqu'à la mise en service du centre de stockage en couches géologiques profondes.

Lors de la phase de démantèlement de l'INB n°75, il n'existe pas ou plus de déchets de types HA, FA-vl et VTC.

2.1.3.3.3. Logiques de gestion pour les différents déchets radioactifs

Quatre logiques de gestion sont prévues, en fonction de la nature des déchets :

- **gestion générique**, appliquée à la plupart des équipements et aux déchets d'assainissement : démontage et/ou découpage puis mise en conteneur standard (principalement conteneurs 5 m³ ou fûts métalliques pour les déchets de type FMA-vc, conteneurs 2 m³ pour les déchets TFA) directement sur le lieu du démontage et/ou découpage ;
- **gestion spécifique** pour les internes de cuve, compte tenu principalement des phénomènes d'activation et des contraintes de radioprotection associées. Les conteneurs prévus sont des emballages blindés type « R73 » pour les déchets de type MAVL et des conteneurs 5 m³ ou des fûts métalliques pour les déchets de type FMA-vc ;
- **gestion « gros composants »**, pour les équipements de type pompes, moteurs, échangeurs, tronçons de tuyauterie, etc. nécessitant d'être redécoupés avant conditionnement. Ils sont évacués vers des ateliers dédiés installés sur site (voir plus loin au § 2.1.3.4) ou vers des installations de traitement situées hors du site ;
- **gestion « monobloc TFA »**, pour quelques déchets TFA monoblocs particulièrement massifs (moteurs de pompes primaires, protections biologiques diverses, etc.). Ils sont évacués pour stockage dans une alvéole du CIREs.

Pour les trois premières logiques de gestion, les déchets, après mise en conteneurs, sont transférés vers la salle des machines (voir ci-dessous). Les monoblocs TFA peuvent être évacués directement.

2.1.3.3.4. Le bâtiment Salle Des Machines (SDM)

Comme indiqué dans le chapitre 1, le bâtiment Salle Des Machines est reconverti afin d'assurer l'**entreposage et le transit avant envoi** des déchets radioactifs produits au cours des travaux de démantèlement.

Le bâtiment salle des machines est utilisé comme suit :

- une installation de découplage et de transit (**IDT**) (située aux niveaux supérieur et inférieur) pour l'entreposage des colis de type TFA et FMA-vc ;
- une zone de transit pour les colis de déchets MAVL dans l'ancien atelier mécanique (situé au niveau inférieur).

Les **installations de Découplage et de Transit (IDT) des déchets radioactifs** sont destinées à l'entreposage avant envoi des déchets radioactifs produits au cours des travaux de démantèlement.

Les différents colis sont constitués afin de respecter la réglementation transport, puis transférés depuis leurs lieux de production vers la salle des machines :

- les **colis de déchets TFA et FMA-vc** sont réceptionnés au niveau inférieur, puis montés au niveau supérieur à l'aide du pont lourd, sauf pour ce qui concerne les fûts, qui montent par palette de 4 fûts dans un monte-charge. Les transferts horizontaux au niveau du plancher supérieur sont réalisés à l'aide du pont lourd sauf pour ce qui concerne les fûts, qui sont manutentionnés à l'aide d'un chariot de manutention à motorisation électrique ;
- les **colis fortement irradiants (R73 et 5 m³ pré-bétonnés)** sont réceptionnés au niveau inférieur puis manutentionnés par un pont roulant.

Pour leur transport et évacuation du site, les colis sont placés dans un conteneur métallique de transport (conteneur IP 20 pieds).

2.1.3.3.5. Cheminements

Chaque fois que possible, il est recherché un découplage géographique des flux de déchets et des flux de personnel, afin d'optimiser la sécurité des manutentions et limiter la dosimétrie intégrée.

À titre d'exemple, dans les BR : la circulation du personnel se réalise préférentiellement via les couloirs annulaires situés en périphérie du bâtiment, tandis que la circulation des déchets se réalise préférentiellement via des trémies existantes ou reconfigurées, situées en partie centrale du bâtiment.

2.1.3.4. MODIFICATIONS DE L'INSTALLATION POUR LE DEMANTELEMENT

Quelques modifications sont apportées dans l'installation pendant le démantèlement pour accompagner les opérations menées :

- adaptation des fonctions supports (distribution électrique, ventilation, gestion des effluents) aux besoins du démantèlement. Cette adaptation est enclenchée pendant la phase de préparation au démantèlement (PDEM) et peut se poursuivre pendant le démantèlement. Pour la ventilation, l'approche mise en place, dite de « **simplification fonctionnelle** », consiste à abandonner certains réseaux d'origine au profit de réseaux spécifiquement dimensionnés pour les opérations de démantèlement. Pour le traitement de l'eau des piscines (piscines réacteur dans les BR et piscines de désactivation dans les BK), des systèmes mobiles sont mis en place en remplacement des systèmes de traitement et refroidissement d'origine ;
- mise en place d'**ateliers spécifiques** dans les bâtiments BR, BK et BAN, notamment pour permettre des opérations de redécoupe et conditionnement des déchets. Ces ateliers sont mis en place pendant le démantèlement, au fur et à mesure du besoin. Ils sont décrits au [§ 2.1.4](#) dans la présentation des scénarios par bâtiment.

2.1.3.5. PRINCIPE RETENU POUR L'ASSAINISSEMENT

L'assainissement vise à réduire au maximum la radioactivité résiduelle sur et dans les structures des bâtiments, dans le but de pouvoir limiter la quantité de déchets radioactifs en orientant la plus grande partie des structures vers une filière de déchets conventionnels.

La méthodologie d'assainissement est la suivante :

- retirer une épaisseur de matière plus ou moins importante à la surface des structures contaminées, cette matière retirée étant gérée comme déchet radioactif ;
- effectuer des contrôles radiologiques sur les structures restantes pour vérifier l'absence de radioactivité artificielle résiduelle et traiter le reste de la structure en déchet conventionnel. Si le contrôle n'est pas conforme à l'attendu, une nouvelle épaisseur est retirée puis de nouveaux contrôles radiologiques sont effectués ;
- effectuer un contrôle radiologique systématique de tout déchet conventionnel en sortie de site à titre de vérification complémentaire.

Dans certains cas, le retrait de matière nécessite d'être fait sur une épaisseur importante, ce qui peut conduire à la nécessité de démolir tout ou partie de la structure concernée en déchets radioactifs. Ainsi, des démolitions partielles et/ou localisées du génie civil en conditions nucléaires pourront être envisagées.

Pour chaque bâtiment, les opérations d'assainissement sont organisées en respectant dans la mesure du possible une progression géographique visant à éviter de contaminer une zone préalablement assainie.

2.1.4. SCENARIO PAR BATIMENT

2.1.4.1. DEMANTELEMENT DU BATIMENT REACTEUR (BR)

Pour mémoire, chaque tranche dispose d'un bâtiment réacteur (BR, voir détails au § 1.2.5.1 du chapitre 1). Les principaux équipements présents dans chaque BR sont ceux constituant le circuit primaire, qui font l'objet d'une décontamination chimique dans le cadre des opérations de PDEM (détails au § 1.2.4 du chapitre 1).

2.1.4.1.1. Présentation des ateliers mis en place

Plusieurs ateliers sont mis en place successivement pendant le démantèlement électromécanique et l'assainissement. Ils sont installés dans la partie haute du BR (voir [Figure 2.c](#)), de manière à bénéficier de la manutention par le pont polaire :

- un atelier « gros composants BR », destiné à la redécoupe et au conditionnement des gros composants issus du BR (pressuriseur, pompes, échangeurs, tronçons de tuyauterie, etc.). Le toit de la zone de conditionnement de l'atelier est doté de parois rétractables permettant l'introduction des gros composants manutentionnés par le pont polaire ;
- une cellule blindée, dédiée au conditionnement des déchets issus du démantèlement de la cuve et de ses internes. Ces déchets sont remontés en paniers vers la cellule blindée. La cellule est dotée de moyens internes téléopérés, le poste de commande étant déporté ;
- un atelier de « redécoupe BR », destiné à assurer des opérations de redécoupe et de conditionnement de déchets issus du démantèlement électromécanique du liner de la piscine réacteur et des couronnes d'aspersion ;

- un atelier « piscine BR », installé dans et autour de la piscine réacteur, en communication directe avec le puits de cuve. Cet atelier est utilisé pour le démantèlement électromécanique de l'anneau support de cuve, l'assainissement du puits de cuve et le démantèlement électromécanique du liner de la piscine réacteur.

Ces quatre ateliers sont dotés de ventilations de chantiers spécifiques permettant la mise en œuvre d'un **confinement dynamique**.

De plus, des moyens de manutention et de levage complémentaires sont installés pour la cinématique des déchets.

Confinement dynamique : mise en dépression de l'intérieur d'un équipement ou local, de manière à orienter la circulation d'air vers l'intérieur (détails au § 5.1.1 du chapitre 5).

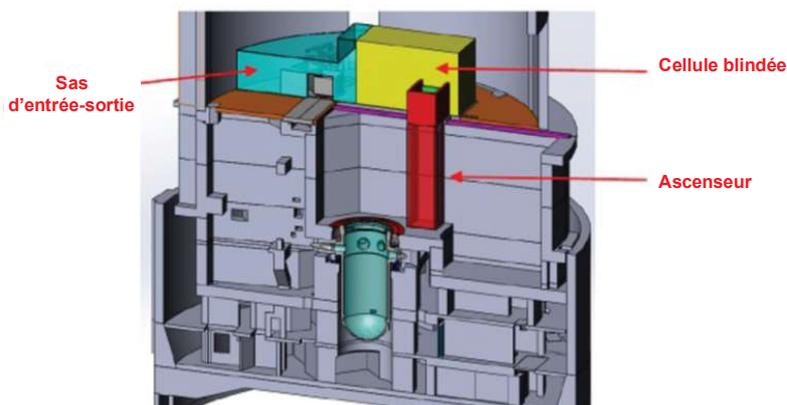


Figure 2.c Principe d'implantation de la cellule blindée

2.1.4.1.2. Démantèlement électromécanique

Le démantèlement électromécanique commence par l'évacuation des trois **générateurs de vapeur (GV)**. Chaque GV est découpé en deux parties car trop volumineux pour être évacué entier. Les deux parties de GV sont tapées-soudées avant leur sortie du bâtiment, de manière à reconstituer leur confinement. *Note : la dépose et l'évacuation de GV sont des opérations similaires à celles effectuées dans le cadre de la maintenance du parc en fonctionnement (voir le Retour d'Expérience associé au § 3.2.2.1 du chapitre 3).*

Cette opération permet de libérer de l'espace disponible dans la partie haute du BR afin de le réaménager en vue des opérations suivantes.

Suite à l'évacuation des GV, trois ensembles d'opérations sont menées en parallèle :

- réaménagement de certains locaux, visant notamment à séparer les cinématiques déchets et personnel ;
- principales opérations depuis la partie haute du BR :
 - démantèlement électromécanique des tuyauteries eau-vapeur (circuit secondaire) alimentant les GV ;
 - aménagement de l'atelier « gros composants BR », exploitation de celui-ci pour la découpe de plusieurs gros équipements (pressuriseur, pompes, échangeurs, tronçons de tuyauterie, etc.), puis repli de l'atelier ;
 - aménagement de la cellule blindée à l'emplacement initial de l'atelier « gros composants BR », démantèlement électromécanique de la cuve (internes puis cuve elle-même), puis repli de la cellule blindée ;
- au niveau des planchers inférieurs : démantèlement électromécanique de divers équipements ne nécessitant pas de redécoupe. Pour la plupart, ces opérations peuvent être réalisées en parallèle les unes des autres compte tenu de la séparation physique offerte par les différents planchers concernés.

Note : le démantèlement électromécanique du puits de cuve et de la piscine réacteur est traité pendant la phase d'assainissement présentée ci-dessous.

2.1.4.1.3. Assainissement

La plupart des structures de génie civil à assainir dans le BR sont concernées uniquement par le retrait d'une contamination de surface. En revanche, le puits de cuve contient des parties activées qui doivent être retirées sur une plus grande épaisseur (voir [Figure 2.d](#)).

Pour les zones contaminées, les opérations d'assainissement s'enchaînent en respectant la progression géographique présentée au [§ 2.1.3.5](#). De plus, une partie de ces opérations est conditionnée à l'achèvement de l'assainissement des zones « puits de cuve et piscine ».

Pour les zones « puits de cuve et piscine », l'assainissement est organisé comme suit :

- aménagement des ateliers « piscine BR » et « redécoupe BR » ;
- démantèlement de l'anneau-support de cuve puis du tube de transfert (moitié se trouvant dans le BR) ;
- retrait du liner de la piscine BR, puis repli de l'atelier « redécoupe BR » ;
- assainissement du puits de cuve, consistant à retirer une série de blocs béton activés, tout d'abord dans la partie supérieure (béton faiblement activé, constituant des déchets TFA) puis dans la partie inférieure (béton plus activé, constituant des déchets FMA-vc). Les blocs sont transférés vers l'atelier « piscine BR » pour redécoupe et conditionnement ;
- repli de l'atelier « piscine BR ».

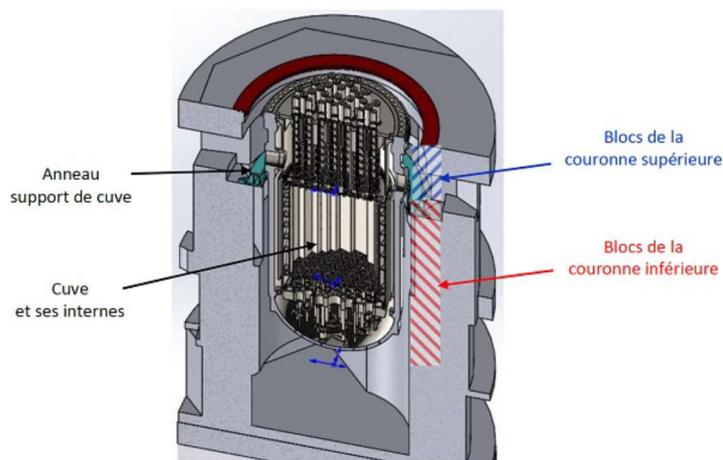


Figure 2.d Vue en coupe du puits de cuve (cuve en place) et des blocs de béton activés à retirer

À l'issue de l'assainissement des zones « puits de cuve et piscine », les principales opérations suivantes sont menées pour finaliser l'assainissement du BR :

- assainissement du dôme de l'enceinte ;
- démantèlement électromécanique du pont polaire ;
- assainissement du plancher sur lequel étaient implantés les ateliers de démantèlement.

2.1.4.2. DEMANTELEMENT DU BATIMENT COMBUSTIBLE (BK)

Pour mémoire, chaque tranche dispose d'un bâtiment combustible (BK), utilisé en phase de fonctionnement de l'INB n°75 pour entreposer les assemblages combustibles neufs et usés. Ceux-ci

ont été évacués pendant les opérations de PDEM. Des déchets activés d'exploitation (DAE) sont entreposés dans les piscines de désactivation des deux BK (détails § 1.2.5.2 du chapitre 1).

2.1.4.2.1. Ateliers mis en place

Les ateliers suivants sont mis en place dans chaque BK à la fin du démantèlement électromécanique :

- un atelier « piscine BK », installé dans et autour de la piscine de désactivation, utilisé pour démantèlement électromécanique du liner de la piscine de désactivation ;
- un atelier de « redécoupe BK », destiné à assurer des opérations de redécoupe et de conditionnement de déchets issus du démantèlement électromécanique du liner de la piscine de désactivation.

2.1.4.2.2. Démantèlement électromécanique

Les principales opérations de démantèlement électromécanique sont menées dans l'ordre suivant :

- retrait des râteliers d'entreposage à sec des assemblages combustibles neufs ;
- retrait des DAE entreposés ;
- retrait des équipements présents en piscine de désactivation (râteliers d'entreposage des assemblages combustibles usés, batardeaux). Ces équipements sont traités comme gros composants, soit dans l'atelier « gros composants BAN » soit hors site ;
- vidange puis nettoyage de la piscine de désactivation ;
- démantèlement électromécanique du pont passerelle ;
- démantèlement électromécanique du tube de transfert (moitié se trouvant dans le BK) ;
- installation des ateliers « piscine BK » et « redécoupe BK », retrait du liner de la piscine de désactivation, puis repli de l'atelier « redécoupe BK ».

2.1.4.2.3. Assainissement

Les principales opérations d'assainissement sont menées dans l'ordre suivant :

- assainissement des parois de la piscine, puis repli de l'atelier « piscine BK » ;
- démantèlement électromécanique des ponts de manutention, de la charpente et des planchers.

2.1.4.3. DEMANTELEMENT DU BATIMENT PERIPHERIQUE (BW)

Pour mémoire, chaque tranche dispose d'un bâtiment périphérique (BW) assurant, en phase de fonctionnement de l'INB n°75, la liaison du BR avec les autres bâtiments (détails § 1.2.5.3 du chapitre 1).

Le scénario de démantèlement électromécanique de ce bâtiment est organisé par zone géographique, chaque zone étant démantelée une fois que les matériels contenus dans cette zone ne sont plus utilisés pour les opérations menées dans les bâtiments environnants (BR, BK et BAN).

Les opérations d'assainissement s'enchaînent en respectant la progression géographique présentée au [§ 2.1.3.5](#).

2.1.4.4. DEMANTELEMENT DU BATIMENT DES AUXILIAIRES NUCLEAIRES (BAN)

Pour mémoire, le bâtiment des auxiliaires nucléaires (BAN) est commun aux deux tranches et abrite la station de traitement des effluents ainsi que les installations générales de ventilation et de filtration d'air des locaux nucléaires (détails § 1.2.5.5 du chapitre 1).

2.1.4.4.1. Ateliers mis en place

Un atelier « gros composants BAN » est mis en place pour la redécoupe et le conditionnement des gros composants issus du BAN (échangeurs, réchauffeurs, refroidisseurs, condenseurs, dégazeurs, etc.), des deux BR et des deux BK. L'atelier est doté d'une ventilation propre.

Des moyens de manutention de chantier sont également mis en place.

2.1.4.4.2. Démantèlement électromécanique

L'ordonnancement des opérations de démantèlement électromécanique dans le BAN est défini en rapport avec l'avancement des travaux dans les autres bâtiments. En effet, les équipements du BAN sont démantelés une fois qu'ils ne sont plus nécessaires pour le déroulement des travaux.

Ainsi, les opérations de démantèlement électromécanique sont menées dans l'ordre suivant :

- systèmes non liés au traitement des effluents, dont certains peuvent être démantelés dès l'entrée en vigueur du décret, les autres ne pouvant l'être qu'après l'évacuation des GV ;
- systèmes liés au traitement des effluents, ne pouvant commencer à être démantelés qu'après la fin du démantèlement électromécanique sous eau des cuves et internes de cuves des deux BR et la fin des vidanges définitives des piscines de désactivation des deux BK ;
- systèmes de ventilation et systèmes électriques.

La phase de démantèlement électromécanique est mise à profit pour effectuer la reprise et le conditionnement des résines usées issues des opérations d'exploitation et/ou des opérations de décontamination du circuit primaire.

2.1.4.4.3. Assainissement

Afin d'éviter de contaminer une zone préalablement assainie, les planchers sont assainis en commençant par le plancher le plus élevé et en terminant par le plancher le plus bas. Les moyens d'accès (escaliers, passerelles,...) et de manutention présents au niveau de chaque plancher sont démantelés en fin d'assainissement de ce plancher.

2.1.4.5. DEMANTELEMENT DES AUTRES BATIMENTS ET OUVRAGES DIVERS

D'autres bâtiments et ouvrages font l'objet d'opérations ponctuelles de démantèlement électromécanique et/ou d'assainissement, notamment les bâches extérieures et les galeries sous le BAN. La gestion des déchets issus de ces opérations est par défaut de type générique (conditionnement en conteneurs standards).

2.1.4.6. DEMOLITION CONVENTIONNELLE DES BATIMENTS

Les travaux de démolition se décomposent en deux phases principales :

- phase 1 : démolition des bâtiments conventionnels non utilisés. Cette phase se déroule en parallèle des travaux de démantèlement et d'assainissement des bâtiments nucléaires ;

- phase 2 : démolition des bâtiments nucléaires assainis (puis déclassés en bâtiments conventionnels après assainissement) et des derniers bâtiments conventionnels qui étaient occupés pendant les travaux de démantèlement et d'assainissement.

Les superstructures des ouvrages (béton armé, béton précontraint et charpentes métalliques) et les fondations 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 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.

La plate-forme du site est reprofilée en fonction de la destination future du site.

2.1.4.7. REHABILITATION DES SOLS

La phase de démolition est suivie de la réhabilitation du site.

La démarche passe par une première étape de diagnostic pour identifier les zones à risques issues de la période de fonctionnement du site. A l'issue du diagnostic, pour les zones dont le marquage aura été confirmé, une solution de gestion sera définie.

Le scénario d'assainissement complet (chimique et radiologique) constitue l'option de gestion de référence à laquelle toute autre solution pourra être comparée. Lorsque ceci ne s'avèrera pas possible, sous réserve de justifications, EDF engagera une démarche d'optimisation visant à définir des objectifs d'assainissement poussé, pour aller aussi loin que possible dans l'assainissement compte tenu des meilleures techniques disponibles à un coût économiquement acceptable.

L'état final radiologique et chimique visé sera un état final compatible avec « tout usage », c'est-à-dire l'ensemble des usages établis, envisagés et envisageables.

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).

2.2.

INVENTAIRE DES RISQUES

La nature des risques à examiner est prévue par l'arrêté modifié du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base.

Ces risques sont les défaillances internes et les agressions internes ou externes, définies comme suit dans l'article 1^{er}.3 de l'arrêté modifié du 7 février 2012 :

- **défaillances internes** : dysfonctionnement, panne ou endommagement d'un élément de l'installation ou présent dans l'installation, y compris résultant d'actions humaines inappropriées ;
- **agressions internes ou externes** : tout événement ou situation qui trouve son origine respectivement à l'intérieur ou à l'extérieur de l'installation nucléaire de base et qui peut entraîner de manière directe ou indirecte des dommages aux éléments importants pour la protection ou remettre en cause le respect des exigences définies.

Note : parmi les agressions listées dans l'arrêté modifié du 7 février 2012, le risque de malveillance et d'intrusion, qui n'est pas de nature technique, est traité ci-après au paragraphe « Autres risques ».

2.2.1. DEFAILLANCES INTERNES

La prise en compte des défaillances internes s'effectue selon une démarche déterministe consistant à postuler la défaillance d'éléments susceptible d'affecter les fonctionnalités qui participent à l'accomplissement des **fonctions fondamentales de sûreté**. Ces fonctions sont celles qui doivent être assurées pour prévenir et limiter les conséquences des accidents liés aux sources de risques que présente l'installation dans sa phase de démantèlement. Elles sont identifiées à partir des sources de risques en présence et des exigences réglementaires en la matière.

Vis-à-vis des risques radiologiques, les fonctions fondamentales de sûreté sont à rechercher parmi celles permettant d'assurer :

- le **confinement** des substances radioactives ;
- la protection des personnes et de l'environnement contre les rayonnements ionisants.
- *la maîtrise des réactions nucléaires en chaîne : cette fonction est sans objet pendant le démantèlement, car les assemblages combustibles ont été préalablement évacués et qu'ils constituaient la seule source possible de réaction en chaîne ;*
- *l'évacuation de la puissance thermique issue des substances radioactives et des réactions nucléaires : cette fonction est sans objet pendant le démantèlement, car les assemblages combustibles ont été préalablement évacués et que les substances radioactives restantes ont une puissance thermique faible.*

Confinement : ensemble de dispositions prises pour maintenir des substances à l'intérieur d'un espace déterminé et ainsi empêcher leur dispersion.

Vis-à-vis des risques non radiologiques, les fonctions de sûreté sont à rechercher parmi celles permettant d'assurer :

- le confinement des substances dangereuses ;
- la protection des personnes et de l'environnement contre les effets toxiques, de surpression, thermiques et des effets liés à l'impact de projectiles.

Ainsi, pour le site en démantèlement, la démonstration de sûreté repose sur quatre fonctions fondamentales de sûreté relatives aux risques radiologiques et non radiologiques et listées ci-dessous.

Les défaillances internes sont identifiées au regard de ces quatre fonctions. La méthode d'analyse des défaillances internes est présentée au § 4.2.2 du chapitre 4 et les dispositions prévues pour les maîtriser sont présentées dans le § 5.1 du chapitre 5.

2.2.1.1. CONFINEMENT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES

Le risque associé à la défaillance de cette fonction de sûreté est la dispersion de substances radioactives présentes dans l'installation.

2.2.1.2. PROTECTION DES PERSONNES ET DE L'ENVIRONNEMENT CONTRE LES RAYONNEMENTS IONISANTS

Le risque associé à la défaillance de cette fonction de sûreté est l'exposition des personnes et de l'environnement aux rayonnements ionisants dus à la présence de substances radioactives dans l'installation.

2.2.1.3. CONFINEMENT DES SUBSTANCES DANGEREUSES

Le risque associé à la défaillance de cette fonction de sûreté est la libération d'un potentiel de danger présent dans l'installation (huile, solvants, produits chimiques, fuel...) par voie liquide et/ou gazeuse.

2.2.1.4. PROTECTION DES PERSONNES ET DE L'ENVIRONNEMENT CONTRE LES EFFETS NON RADIOLOGIQUES

Les risques associés à la défaillance de cette fonction de sûreté sont les effets toxiques, de surpression, les effets thermiques, ou ceux liés à l'impact de projectiles.

2.2.2. AGRESSIONS INTERNES

Les agressions internes (c'est-à-dire **trouvant leur origine à l'intérieur de l'INB**) prises en compte sont celles mentionnées à l'article 3.5 de l'arrêté modifié du 7 février 2012 :

1. les émissions de projectiles, notamment celles induites par la défaillance de matériels tournants ;
2. les défaillances d'équipements sous pression ;
3. les collisions et chutes de charges ;
4. les explosions ;
5. les incendies ;
6. les émissions de substances dangereuses ;
7. les inondations trouvant leur origine dans le périmètre de l'installation nucléaire de base ;
8. les interférences électromagnétiques : ce risque n'est pas considéré pendant le démantèlement. En effet, la démonstration de maîtrise des risques repose essentiellement sur des équipements passifs ou non sensibles au phénomène d'interférences électromagnétiques internes.

Note : certaines de ces agressions (puces 1-2-4) sont examinées conjointement dans la suite de l'étude de maîtrise des risques, avec le titre « Explosion interne, émission de projectiles et défaillance d'équipement sous pression ».

Les différentes agressions internes sont définies ci-dessous. La méthode d'analyse des agressions internes est présentée au § 4.2.3 du chapitre 4 et les dispositions prévues pour les maîtriser sont présentées dans le § 5.2 du chapitre 5.

2.2.2.1. EXPLOSION INTERNE, EMISSION DE PROJECTILES ET DEFAILLANCE D'EQUIPEMENT SOUS PRESSION

L'**explosion interne** recouvre deux types de phénomènes : d'une part la combustion rapide d'un nuage de gaz, vapeur ou poussière inflammable en mélange avec un comburant, s'accompagnant d'un fort dégagement d'énergie susceptible d'engendrer une onde de pression, d'autre part l'éclatement d'un récipient sous l'effet de sa pression interne.

La **défaillance d'un équipement sous pression** (ESP) correspond à son éclatement sous l'effet de sa pression interne.

L'**émission de projectiles** se rapporte à deux cas : d'une part les projectiles générés par une explosion ou l'éclatement d'un équipement, d'autre part les projectiles engendrés par des machines tournantes (moteurs, pompes, compresseurs, groupes électrogènes). Ce second cas n'est pas considéré en phase de démantèlement, car l'énergie associée aux machines utilisée est insuffisante pour endommager des cibles de sûreté ou les structures des bâtiments.

2.2.2.2. INCENDIE

L'**incendie** est une réaction de combustion non maîtrisée dans le temps et l'espace susceptible d'agresser des cibles et d'entraîner des conséquences radiologiques et/ou non radiologiques susceptibles de porter atteinte aux intérêts protégés.

2.2.2.3. COLLISION ET CHUTE DE CHARGE

Une **collision** est définie comme un heurt de la charge avec un matériel, une structure ou un bâtiment lors de ses déplacements horizontaux et verticaux au cours de sa manutention.

Une **chute de charge** est définie comme une perte de la capacité à contrôler la hauteur de la charge au cours de sa manutention (axe vertical). La chute de la charge peut être considérée lors de son déplacement ou lors de son maintien statique en hauteur.

2.2.2.4. ÉMISSION DE SUBSTANCES DANGEREUSES

L'**émission de substances dangereuses** se caractérise par la libération de ces substances, pouvant avoir pour origine : soit une perte de confinement d'une capacité ou d'un procédé contenant des produits chimiques liquides ou gazeux, soit une combustion ou une réaction chimique non contrôlée produisant un dégagement gazeux (mélange accidentel de produits chimiques incompatibles, incendie).

2.2.2.5. INONDATION INTERNE

L'**inondation interne** correspond à la présence d'une quantité importante de liquide dans un espace non prévu pour cela, ayant pour origine une défaillance (fissure ou rupture) d'un équipement (tuyauterie ou réservoir) ou un événement initiateur interne à l'INB (équipements sous pression, démarrage intempestif du système de lutte contre l'incendie, eau provenant d'un bâtiment voisin).

2.2.3. AGRESSIONS EXTERNES

Les agressions externes (c'est-à-dire **trouvant leur origine à l'extérieur de l'INB**) prises en compte sont celles mentionnées à l'article 3.6 de l'arrêté modifié du 7 février 2012 :

1. les risques induits liés à l'environnement industriel, voies de communication et chutes d'aéronefs ;
2. le séisme ;
3. la foudre et les interférences électromagnétiques ;
4. les conditions météorologiques ou climatiques extrêmes ;
5. les inondations trouvant leur origine à l'extérieur du périmètre de l'installation nucléaire de base, y compris leur effet dynamique ;
6. *les incendies externes : le site de Fessenheim n'est pas concerné par le risque d'incendie externe d'origine naturelle du type « feu de forêt ». Les incendies externes potentiellement induits par les activités humaines sont traités dans l'analyse des risques induits par les activités industrielles, les voies de communication et les chutes d'aéronefs.*

Les différentes agressions externes sont définies ci-dessous. La méthode d'analyse des agressions externes est présentée au § 4.2.3 du chapitre 4 et les dispositions prévues pour les maîtriser sont présentées dans le § 5.3 du chapitre 5.

2.2.3.1. RISQUES LIÉS À L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL, VOIES DE COMMUNICATION ET CHUTES D'AÉRONEFS

Les risques liés à l'environnement industriel, voies de communication et chutes d'aéronefs sont découpés en deux familles :

- ceux induits par **l'environnement industriel et les voies de communication**, pouvant entraîner plusieurs types d'agressions : incendie externe, explosion, émissions de substances dangereuses (gaz toxiques ou corrosifs, fumées) ;
- les **chutes d'aéronefs**, incluant les différents types d'aviation.

2.2.3.2. SEISME

Le **séisme** est un mouvement brusque du sol. Il constitue une agression de mode commun d'origine naturelle, susceptible d'affecter simultanément l'ensemble des bâtiments et équipements d'une INB.

2.2.3.3. FOUDRE ET INTERFÉRENCES ÉLECTROMAGNÉTIQUES

La **foudre** est une décharge électrique aérienne. Le niveau de sévérité de cette agression peut varier du simple aléa climatique courant à l'agression climatique fortement improbable.

2.2.3.4. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES OU CLIMATIQUES EXTRÊMES

Les **conditions météorologiques ou climatiques extrêmes** considérées pour l'analyse sont les températures extrêmes de l'air (grands chauds et grands froids) ainsi que les événements relatifs à la neige et au vent.

2.2.3.5. INONDATION EXTERNE

L'**inondation externe** correspond à la présence d'une quantité importante de liquide dans un espace non prévu pour cela, ayant une origine extérieure aux ouvrages, aires ou bâtiments de l'INB recevant des systèmes ou des composants à protéger. Cette origine peut être de plusieurs natures : fortes pluies, crues, tempêtes, rupture de tuyauteries.

2.2.4. AUTRES RISQUES

2.2.4.1. RISQUE DE MALVEILLANCE ET D'INTRUSION

Les **actes de malveillance** pris en compte sont ceux étudiés dans le cadre du chapitre III du titre III du livre III de la première partie du code de la défense (à savoir l'atteinte aux sources de rayonnements ionisants) et initiés à l'extérieur de l'INB.

Les principes relatifs à la protection contre les actes de malveillance sont des mesures de protection physique et d'organisation permettant de mettre en sécurité les systèmes nécessaires à la maîtrise des conséquences des actes de malveillance.

2.2.4.2. FACTEURS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS (FOH)

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

Les FOH sont pris en compte dans le cadre de l'analyse des défaillances internes, puisque l'erreur humaine est considérée parmi les éléments déclencheurs possibles. De plus, lorsque cela est possible, la préférence est donnée aux actions automatiques pour se prémunir de défaillances lors de la réalisation d'actions humaines.

2.2.4.3. COACTIVITE

La **coactivité** consiste en l'agression du procédé vers les autres procédés/installations.

La coactivité est prise en considération systématiquement à chaque étape de la phase de démantèlement de façon à réduire les risques pour les travailleurs et les intérêts protégés. Par exemple, si une manutention mettant en œuvre un pont doit se faire à proximité d'un chantier, on cherchera systématiquement à éviter le survol du chantier par l'objet à manutentionner, ou si ce n'est pas possible on pourra suspendre le chantier et/ou reprogrammer la manutention.

2.2.4.4. TRANSPORT INTERNE DE MARCHANDISES DANGEREUSES

Des marchandises dangereuses radioactives et non radioactives sont transportées au sein de l'INB.

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, en imposant des performances en termes de protection, dès la conception des colis ;
- les précautions à prendre lors du transport des colis ;
- la limitation des conséquences en cas d'accident, par la définition de la conduite à tenir et de parades adaptées.

Ainsi, en fonction du type de colis, les critères de performance de résistance des colis sont adaptés aux dangers potentiels de la matière transportée. Selon la dangerosité des marchandises transportées, les colis peuvent faire l'objet d'épreuves sur un ou plusieurs spécimens de façon à garantir leur comportement dans des conditions incidentelles de transport représentatives (par exemple : aspersion d'eau, chute, gerbage, pénétration par un objet).

2.2.5. CUMULS PLAUSIBLES ENTRE LES AGRESSIONS

Les cumuls plausibles entre agressions sont présentés dans le chapitre 5 pour chacune des agressions.