

SOMMAIRE

II.0 EXIGENCES DE SÛRETÉ — MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE DE RISQUES	3
1. INTRODUCTION	3
2. OBJECTIFS DE SÛRETÉ	3
2.1. OBJECTIFS VIS-À-VIS DES INTÉRÊTS PROTÉGÉS	3
2.1.1. VOIE "AIR"	4
2.1.2. VOIE "EAU"	5
2.2. OBJECTIF RELATIF AU RISQUE DE DISSEMINATION DE SUBSTANCES RADIOACTIVES DANS LES INSTALLATIONS EN LIEN AVEC LES OPERATIONS DE DEMANTELEMENT	6
3. DÉMARCHE DE DÉMONSTRATION DE SÛRETÉ	6
3.1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA DÉMARCHE	6
3.2. IDENTIFICATION DES FONCTIONS DE SÛRETÉ NÉCESSAIRES	7
3.2.1. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGER	7
3.2.2. IDENTIFICATION DES SOURCES DE RISQUES	8
3.2.3. FONCTIONS DE SÛRETÉ RETENUES	8
3.3. ANALYSE DES RISQUES	10
3.3.1. IDENTIFICATION ET ÉTUDE DES SITUATIONS D'ACCIDENT SUSCEPTIBLES DE PORTER ATTEINTE AUX INTÉRÊTS PROTÉGÉS	10
3.3.2. PRINCIPE DE DÉFENSE EN PROFONDEUR	13
3.3.3. PRISE EN COMPTE DES AGRESSIONS	14
3.3.4. PRISE EN COMPTE DU RISQUE DE MALVEILLANCE ET D'INTRUSION	15
3.3.5. CAS PARTICULIER DU TRANSPORT INTERNE	15
3.3.6. PRISE EN COMPTE DES RISQUES LIÉS À LA CO-ACTIVITÉ	15
3.3.7. PRISE EN COMPTE DES FACTEURS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS (FOH)	16
3.4. PRISE EN COMPTE DU REX	16
A-II-0.1 TRANSPORT INTERNE DE MARCHANDISES DANGEREUSES.	18
A-II-0.2 PRISE EN COMPTE DE LA CO-ACTIVITÉ	44



RAPPORT DE SURETE

Version Publique

Edition DEM

VOLUME	II
CHAPITRE	0
SECTION	
PAGE	2/50

Fessenheim

INB n°75

A-II-0.3 FACTEURS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS (FOH) —
APPLICATION AU DÉMANTÈLEMENT DE FESSENHEIM 45

II.0 EXIGENCES DE SÛRETÉ — MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE DE RISQUES

1. INTRODUCTION

La démonstration de sûreté correspond, selon la définition donnée à l'article 1.3 de l'arrêté INB, à « l'ensemble des éléments contenus ou utilisés dans [le rapport de sûreté], qui justifient que les risques d'accident, radiologiques ou non, et l'ampleur de leurs conséquences sont, compte tenu de l'état des connaissances, des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation, aussi faibles que possible dans des conditions économiques acceptables ».

Dans ce cadre, le **Volume II** du présent rapport de sûreté apporte la démonstration de la sûreté de l'INB n°75 dans sa phase de démantèlement, sur l'ensemble du périmètre couvert par les éléments descriptifs présentés dans le **Volume I** :

- Les opérations de déconstruction ;
- Les opérations d'exploitation et de maintenance ;
- Les locaux présentant un risque pour les intérêts protégés visés à l'article L.593-1 du code de l'environnement ;
- Les installations nouvelles qui auront été ajoutées à l'INB existante, pour les besoins des opérations de déconstruction et qui présentent, directement ou indirectement, un risque pour les intérêts protégés.

Le chapitre **II-0** présente les objectifs de sûreté retenus pour la phase de démantèlement de l'INB n°75 (voir [§ 2.](#)), ainsi que la démarche retenue pour la réalisation de la démonstration de sûreté associée (voir [§ 3.](#)).

2. OBJECTIFS DE SÛRETÉ

2.1. OBJECTIFS VIS-À-VIS DES INTÉRÊTS PROTÉGÉS

Les objectifs de sûreté retenus par l'exploitant pour la phase de démantèlement de l'INB n° 75 s'inscrivent dans le cadre donné au rapport de sûreté, et plus particulièrement à la démonstration de sûreté, qui doit justifier, conformément à l'article 2.2 de l'annexe à la décision n° 2015-DC-0532 de l'ASN, que « les dispositions techniques, organisationnelles et humaines retenues permettent d'atteindre, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques, un niveau de risque vis-à-vis des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement aussi faible que raisonnablement possible dans des conditions économiquement acceptables, en tirant partie des meilleures techniques disponibles ».

Les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement sont :

- La sécurité, la santé et la salubrité publiques ;
- La protection de la nature et de l'environnement.

Les situations concernées sont définies comme tout événement non prévu en fonctionnement normal ou en fonctionnement en mode dégradé et susceptibles de porter atteinte à la protection des intérêts mentionnés à l'article L.593-1 du code de l'Environnement¹. Ces situations sont traitées au travers de l'analyse des risques des situations accidentelles.

Conformément à l'article 1.2 de l'arrêté INB et à l'article 2.2 de l'annexe à la décision n° 2015-DC-0532 de l'ASN, le niveau des risques que présente l'INB pour les intérêts mentionnés à l'article L.593-1 du

1. Le domaine de fonctionnement normal et le domaine de fonctionnement en mode dégradé de l'INB n°75 en phase de démantèlement sont présentés dans le chapitre **I-4.4** « Opérations d'exploitation » du présent rapport de sûreté.

code de l'environnement doit être aussi faible que possible dans des conditions économiquement acceptables, compte-tenu de l'état des connaissances, des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

Les objectifs retenus par l'exploitant pour la phase de démantèlement de l'INB n° 75 sont appréciés au regard de critères qui rendent compte de l'objectif de ne pas avoir de conséquences inacceptables pour les intérêts protégés (voir § 2.1.). Ils sont définis en fonction de la nature des conséquences pouvant se présenter (accidents pouvant conduire à des conséquences radiologiques ou à des conséquences non radiologiques) et en fonction des voies potentielles d'atteinte des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement :

- Situations accidentelles pouvant potentiellement générer des effets, dont des rejets, par voie atmosphérique : voie dite « air » (voir § 2.1.1.) ;
- Situations accidentelles pouvant potentiellement générer des rejets dans les sols et le milieu aquatique : voie dite « eau » (voir § 2.1.2.).

2.1.1. Voie "air"

2.1.1.1. Conséquences de nature radiologique

L'article 3.7 de l'arrêté INB dispose que les conséquences radiologiques des accidents retenus soient définies par rapport à « *des valeurs de référence exprimée sous forme de niveaux d'intervention des pouvoirs publics en situation d'urgence radiologique, tels que définis dans l'article R.1333-80 du code de la santé publique* ».

Aucune situation d'incident ou d'accident pouvant entraîner des conséquences, radiologiques ou non radiologiques, pour le public et l'environnement, que leur cause soit d'origine interne ou externe à l'INB, ne doit donc nécessiter des actions de protection d'urgence ni générer des conséquences significatives sur les territoires et les biens sur le long terme.

Les objectifs de sûreté nucléaire suivants sont ainsi définis pour :

- La phase court terme :
L'objectif retenu est de ne pas dépasser le niveau de dose efficace individuelle correspondant aux premières actions de protection de la population en situation d'urgence radiologique, soit 10 mSv. Vis-à-vis des accidents radiologiques, il est ainsi retenu une limite de dose efficace de 10 mSv pour les doses efficaces auxquelles les personnes sont susceptibles d'être exposées à court terme. Cette dose est évaluée à 500 m (distance considérée comme la limite de site) et calculée pour une durée associée au passage du panache (24 heures à quelques jours – 7 jours). Une sensibilité en fonction de la distance aux premières habitations est présentée pour l'évaluation court terme à 7 jours.
- La phase moyen terme :
Compte-tenu du faible potentiel de danger radiologique, il est vérifié que la somme des doses efficaces reçues par la population cible, du fait de l'accident, reste du même ordre de grandeur que la valeur mentionnée à l'article R1333-11 du code de la santé publique, pour la somme des doses efficaces reçues par toute personne du public, du fait des activités nucléaires. Cette phase moyen terme, qui débute à la fin de la période de court terme, a une durée de 1 à 5 années.
Il est donc vérifié pour la phase moyen terme le retour à une dose efficace totale inférieure à 1 mSv/an à 2000 m, déduction faite de la dose court terme pour la première année. Cet objectif est complété par la vérification que la dose efficace totale à moyen terme reste limitée à quelques mSv par an aux premières habitations.
- La phase long terme :
Compte-tenu du faible inventaire radiologique potentiellement mis en jeu dans le cas des installations en démantèlement, il n'apparaît pas pertinent de fixer un critère sur le long terme (50 ans).
- Zones susceptibles d'être affectées :

Une surface agricole est considérée comme affectée si au moins une des denrées alimentaires qui y sont produites ne respecte pas les critères de commercialisation définis dans la réglementation européenne (EURATOM 2016/52 du conseil du 15/01/2016).

Une évaluation de la distance à partir de laquelle les denrées alimentaires ne sont plus affectées par des dépassements de limites de commercialisation des denrées alimentaires est présentée.

Le calcul, pour les phases court terme (7 jours après le début des rejets) et moyen terme (1 an après le début des rejets), de l'activité massique dans les denrées permet de déterminer à partir de quelle distance le dépôt résultant du rejet n'induit plus de contamination entraînant un dépassement des limites de commercialisation des denrées alimentaires.

2.1.1.2. Conséquences de nature non radiologique

Vis-à-vis des conséquences de nature non radiologique sur les intérêts protégés, il est défini comme objectifs de sûreté nucléaire que les accidents doivent être évalués comme acceptables ou tolérables (couple gravité, probabilité) au regard d'une grille de hiérarchisation des risques issue de la circulaire du 10 mai 2010 :

Gravité des conséquences	PROBABILITE (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
Déastreux	Yellow	Red	Red	Red	Red
Catastrophique	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
Important	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
Sérieux	Green	Green	Yellow	Yellow	Red
Modéré	Green	Green	Green	Green	Yellow

Green	Acceptable
Yellow	Tolérable (zone de l'ALARP)
Red	Interdite

- La gravité est déterminée par la combinaison pour un accident donné de l'intensité des effets et de la vulnérabilité des cibles situées dans la zone exposée à ces effets en tenant compte de la cinétique du phénomène ;
- L'intensité des effets d'un accident est appréciée au regard des valeurs de référence issue de l'annexe 2 de l'arrêté du 29 septembre 2005 suivant l'article 3.7 de l'arrêté INB modifié du 07 février 2012. Ces valeurs de référence sont exprimées sous forme d'effets toxiques, d'effets de surpression, d'effets thermiques et d'effets liés à l'impact d'un projectile sur les hommes et les structures ;
- L'identification des cibles est établie suivant une méthodologie définie dans la circulaire du 10 mai 2010 ;
- La probabilité d'occurrence est déterminée à travers une méthode qualitative, semi-quantitative ou quantitative. L'accident est ainsi inscrit sur une échelle de probabilité de cinq classes utilisée dans le cadre des ICPE, conformément à l'arrêté du 29 septembre 2005.

2.1.2. Voie "eau"

En l'absence d'échelle réglementaire de gravité concernant l'impact toxique ou radiologique sur l'environnement et de méthodologie associée, l'intensité des effets toxiques ou radiologiques sur l'environnement des rejets par voie liquide est établie d'une manière qualitative.

Si une situation présentant un risque voie liquide est identifiée, des dispositions sont mises en place et permettent de démontrer la suffisance de la maîtrise du risque.

2.2. OBJECTIF RELATIF AU RISQUE DE DISSEMINATION DE SUBSTANCES RADIOACTIVES DANS LES INSTALLATIONS EN LIEN AVEC LES OPERATIONS DE DEMANTELEMENT

Dans le cadre d'une approche proportionnée à l'importance des risques, l'exploitant identifie et met en œuvre les dispositions permettant la prévention des risques significatifs de dispersion de substances radioactives à l'intérieur de l'installation.

Dans le contexte particulier des opérations de démantèlement, l'objectif consistant à prévenir les risques de dissémination des substances radioactives à l'intérieur des installations au plus près des sources d'émission potentielle a pour conséquences :

- De prévenir le risque d'impacter la gestion des déchets radioactifs consécutifs à une dispersion indésirable de substances radioactives, ou résultant des opérations d'assainissement rendues nécessaires par une telle dissémination ;
- D'éviter de dégrader la propreté radiologique des locaux, susceptible de complexifier le déroulement du démantèlement et d'en rallonger inutilement les délais, allant ainsi à l'encontre du principe du démantèlement dans un délai aussi court que raisonnablement possible énoncé à l'article L.593-25 du code de l'environnement.

L'atteinte de cet objectif est assurée par la mise en place de moyens de confinement au plus près des activités potentiellement émettrices de substances radioactives, dont les caractéristiques sont établies en fonction de l'importance des risques de dissémination, (voir chapitre **II-1.1** du présent rapport de sûreté).

Par ailleurs, il est à noter que certains de ces moyens font partie des dispositions retenues en matière de radioprotection collective relevant de la responsabilité de l'exploitant, de nature à assurer le respect du principe d'optimisation défini à l'article L.1333-2 du code de la santé publique, y compris dans des conditions normales de réalisation des opérations de démantèlement (voir chapitre **I-7** du présent rapport de sûreté).

La démarche d'analyse de risques et les dispositions retenues, permettent d'atteindre, un niveau des risques aussi faible que possible dans des conditions économiquement acceptables.

La démonstration de sûreté réalisée assure ainsi que les mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sont assimilables aux meilleures techniques disponibles.

3. DÉMARCHE DE DÉMONSTRATION DE SÛRETÉ

3.1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA DÉMARCHE

La démonstration de sûreté de l'INB n°75 dans sa phase de démantèlement, établie pour démontrer l'atteinte des objectifs de sûreté retenus par l'exploitant (voir [§ 2.](#)), s'articule de la manière suivante :

- **Fonctions de sûreté à retenir (Voir [§ 3.2.](#)) :**
L'identification des fonctions de sûreté à retenir pour l'atteinte des objectifs fixés pour l'INB n°75 en phase de démantèlement est réalisée à partir des étapes suivantes :
 - Identification des potentiels de danger présents sur l'installation et qui peuvent constituer une source de risque vis-à-vis des objectifs retenus (voir [§ 3.2.1.](#)) ;
 - Identification des structures, systèmes et composants qui contribuent aux fonctions de sûreté requises parmi les fonctions de sûreté fondamentales.
- **Analyse de risques de l'installation (Voir [§ 3.3.](#)) :**
 - Détermination, via l'analyse de risques, des dispositions permettant d'assurer le maintien des fonctions de sûreté.

Cette analyse est présentée au chapitre **II-1** du présent RDS.

- **Identification des situations accidentelles enveloppes retenues et calculs des conséquences (Voir § 3.3.) :**

L'analyse consiste à évaluer les conséquences sur l'environnement et le public des situations situées en dehors du fonctionnement normal ou du fonctionnement en mode dégradé et identifiées. Cette étude permet de vérifier le respect des critères énoncés au § 2.1..

Cette étude est présentée au chapitre **II-3** du présent rapport de sûreté.

- **Identification des EIP et AIP :**

La démarche d'identification des EIP et AIP et la liste des EIP et AIP retenus lors de l'analyse est présentée au chapitre **II-2** « Liste des EIP et AIP » du présent rapport de sûreté.

L'ensemble des éléments de la démonstration de sûreté prend en compte le retour d'expérience disponible de l'INB n° 75 et d'installations similaires.

Les paragraphes suivants présentent en détail les différents éléments constituant la démonstration de sûreté.

3.2. IDENTIFICATION DES FONCTIONS DE SÛRETÉ NÉCESSAIRES

3.2.1. Identification des potentiels de danger

L'identification des potentiels de danger se fait d'une manière conservatrice, à savoir que l'inventaire des potentiels de danger est basé sur des hypothèses enveloppes, aux limites du fonctionnement normal et dégradé.

Ces hypothèses enveloppes sont déterminées de façon :

- A être représentatives du fonctionnement normal de l'installation (par exemple des quantités enveloppes que l'exploitant peut utiliser ou entreposer) ;
- A tenir compte de l'état initial de l'installation au début de la phase de démantèlement, notamment des substances radiologiques et dangereuses en présence ;
- A intégrer l'évolution de l'installation et les opérations réalisées, au cours de la phase de démantèlement.

Les procédés, les substances radioactives et dangereuses, ainsi que les déchets et effluents produits, mis en œuvre et entreposés, susceptibles de créer une situation d'accident, sont décrits dans les chapitres constituant le **Volume I** du présent rapport de sûreté, permettent cette identification des sources de danger.

Les potentiels de danger pouvant être sources de situation d'accident ont notamment pour origine :

- Les substances dangereuses telles que définies dans le règlement européen N°1272/2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances dangereuses (par décomposition thermique ou évaporation) ;
- Les substances ou produits pouvant émettre des substances dangereuses (par évaporation ou par décomposition thermique) ;
- Les déchets et effluents contenant des substances dangereuses ;
- Les huiles ;
- Les substances radioactives ;

Les équipements et activités susceptibles en cas de défaillance de conduire à des effets de nature à porter atteinte aux intérêts protégés.

3.2.2. Identification des sources de risques

Un potentiel de danger qui, dans une situation d'accident, conduirait à des conséquences sur les intérêts protégés supérieures à celles qui sont attendues en fonctionnement normal ou en fonctionnement en mode dégradé, sur une durée correspondant à la phase court terme (7 jours), est de nature à dégrader la protection des intérêts.

Un tel potentiel de danger constitue une source de risque pour les intérêts protégés.

3.2.3. Fonctions de sûreté retenues

Les fonctions devant être assurées pour prévenir et limiter les conséquences des accidents liés aux sources de risques que présente l'installation, sont identifiées à partir des sources de risques en présence, des exigences réglementaires en la matière et des objectifs définis au §2. :

- Vis-à-vis des risques radiologiques, les fonctions de sûreté sont à rechercher parmi les fonctions fondamentales de sûreté suivantes :
 - La maîtrise des réactions nucléaires en chaîne ;
 - L'évacuation de la puissance thermique issue des substances radioactives et des réactions nucléaires ;
 - Le confinement des substances radioactives ;
 - La protection des personnes et de l'environnement contre les rayonnements ionisants ;
- Vis-à-vis des risques non radiologiques, les fonctions de sûreté sont à rechercher parmi les fonctions fondamentales de sûreté suivantes :
 - 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.

3.2.3.1. Maîtrise des réactions nucléaires en chaîne

Le combustible a été évacué du site de Fessenheim avant l'entrée en phase de démantèlement. Ainsi, en l'absence de matière fissile, la fonction de sûreté « maîtrise des réactions nucléaires en chaîne » est sans objet pour la démonstration de sûreté de l'INB n°75 en phase de démantèlement.

3.2.3.2. Evacuation de la puissance thermique issue des substances radioactives et des réactions nucléaires

A l'entrée en phase de démantèlement, le combustible a été évacué du site de Fessenheim. Ainsi, la fonction de sûreté « évacuation de la puissance thermique issue des substances radioactives et des réactions nucléaires » est sans objet pour le dégagement thermique provenant de combustible.

Concernant cette même fonction pour les déchets activés présents sur le site en démantèlement, le risque redouté est une dispersion de substances radioactives résultant d'un échauffement des matériaux. Or la très faible puissance thermique (de l'ordre de quelques kW – voir chapitre I-3.2) des déchets activés n'est pas de nature à générer un tel risque.

Ainsi, il n'est pas identifié de risque par rapport à l'évacuation de la puissance thermique issue des substances radioactives et des réactions nucléaires pour l'INB n°75 en phase de démantèlement. La fonction de sûreté « évacuation de la puissance thermique issue des substances radioactives et des réactions nucléaires » n'est donc pas nécessaire à la démonstration de sûreté. Il ne sera pas développé d'analyse de risque détaillée dans le **Volume II**.

3.2.3.3. Confinement des substances radioactives

Le risque de dispersion de substances radioactives provient de la présence de substances radioactives dans l'installation au cours des différentes étapes de démantèlement.

La prévention des situations accidentelles et la limitation de leurs conséquences liées au risque de dispersion de substances radioactives sont réalisées par la fonction de sûreté « confinement des substances radioactives ».

La démonstration de la maîtrise du confinement des substances radioactives pour l'ensemble des étapes du démantèlement de l'INB n°75 est présentée au chapitre **II-1** du présent rapport de sûreté.

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

Le risque d'exposition des personnes et de l'environnement aux rayonnements ionisants provient de la présence de substances radioactives dans l'installation au cours des différentes étapes de démantèlement.

La prévention des situations accidentelles et la limitation de leurs conséquences en termes d'exposition des personnes et de l'environnement aux rayonnements ionisants sont réalisées par la fonction de sûreté « protection des personnes et de l'environnement contre les rayonnements ionisants ».

La démonstration de la maîtrise de la protection des personnes et de l'environnement contre les rayonnements ionisants » pour l'ensemble des étapes du démantèlement de l'INB n°75 est présentée au chapitre **II-1** du présent rapport de sûreté.

3.2.3.5. Confinement des substances dangereuses

Le risque associé à la détention de substances dangereuses est la perte du confinement de ces substances se caractérisant par la libération d'un potentiel de danger présent dans l'installation (huile, solvants, produits chimiques, fuel...) par voie liquide et/ou gazeuse, pouvant entraîner :

- L'incapacité du personnel à réaliser des opérations éventuellement nécessaires à la gestion des situations ;
- Des effets toxicologiques sur le public.

Le confinement des substances dangereuses est assuré par un ensemble de moyens ou dispositifs limitant ou interdisant le transfert de substances dangereuses vers l'extérieur. Ils sont constitués par les capacités (bidons, réservoirs, cuves) et en cas de défaillance de ces capacités par leurs rétentions.

La prévention et la limitation des conséquences des accidents liés au risque de dispersion de substances dangereuses sont réalisées par la fonction de sûreté « confinement des substances dangereuses ».

La démonstration de la maîtrise du confinement des substances dangereuses pour l'ensemble des étapes du démantèlement de l'INB n° 75 est présentée au chapitre **II-1** du présent rapport de sûreté.

3.2.3.6. Protection des personnes et de l'environnement contre les effets toxiques, de surpression, thermiques et des effets liés à l'impact de projectiles

Les substances et équipements présents dans l'installation peuvent potentiellement constituer des sources de danger au regard d'effets toxiques, de surpression, thermiques et liés à l'impact de projectiles qu'ils peuvent constituer (par exemple, effets toxiques et thermiques induits par d'éventuels incendies).

La prévention et la limitation des conséquences des accidents liés à ces effets sont réalisées par la fonction de sûreté « protection des personnes et de l'environnement contre les effets toxiques, de surpression, thermiques et des effets liés à l'impact de projectiles ».

La démonstration de la protection des personnes et de l'environnement contre ces effets est présentée au chapitre **II-1** du présent rapport de sûreté.

3.3. ANALYSE DES RISQUES

En complément des dispositions prises (parmi les SSC) pour assurer les fonctions en fonctionnement normal de l'installation et en fonctionnement en mode dégradé, l'analyse des risques radiologiques et non radiologiques permet de déterminer les dispositions complémentaires, s'il en est estimé nécessaire, afin d'assurer la maîtrise des risques et la protection des exigences définies des EIP/AIP.

3.3.1. Identification et étude des situations d'accident susceptibles de porter atteinte aux intérêts protégés

L'identification et l'étude des situations d'accident retenues dans la démonstration de sûreté de l'INB n°75 en phase de démantèlement s'effectue en trois étapes :

- Au stade de l'analyse des défaillances internes :
Cette analyse permet d'identifier les dysfonctionnements, pannes ou endommagements des SSC assurant les fonctions de sûreté de l'installation ou présents dans l'installation, y compris résultant d'actions humaines inappropriées, pouvant induire des situations de nature à remettre en cause les objectifs de sûreté fixés au [§ 2.](#)
Ces situations prennent naissance dans le cadre du fonctionnement normal et dégradé décrit au **Volume I**.
L'analyse permet ainsi d'identifier des lignes de défense (barrières) permettant d'assurer la maîtrise des situations précédemment détectées. La fonctionnalité de ces lignes de défense (barrières) est assurée au travers du statut EIP des éléments qui portent les exigences définies. Ces exigences traduisent les performances attendues.
Cette analyse est présentée au chapitre **II-1.1** du rapport de sûreté.
- Au stade de l'analyse des agressions :
Il est procédé à une recherche de l'ensemble des situations d'accident susceptibles de :
 - Remettre en cause les exigences définies des EIP/AIP identifiés au titre de l'analyse des défaillances internes et de l'analyse des agressions, lorsque des liens sont identifiés avec les agressions ;
 - De présenter des conséquences pour l'environnement et/ou pour le public, à partir de l'identification et de l'analyse des événements déclencheurs² pouvant conduire à de telles situations.

Les scénarios correspondant à ces situations sont caractérisés afin de démontrer la suffisance des dispositions de maîtrise des risques au regard des objectifs de sûreté.
Cette analyse est présentée au chapitre **II-1** du présent rapport de sûreté.

- A l'issue de l'analyse des défaillances internes et des agressions, il est retenu un nombre réduit de situations accidentelles considérées comme enveloppes en matière de conséquences pour l'environnement et/ou pour le public, permettant ainsi de produire une évaluation des conséquences couvrant l'ensemble de la démonstration.
Pour ces situations accidentelles retenues, il est procédé à l'évaluation détaillée des conséquences qu'elles peuvent potentiellement engendrer.
Cette évaluation doit in fine, permettre de vérifier le respect des critères énoncés au [§ 2.1.](#)
Cette évaluation est présentée au chapitre **II-3** du rapport de sûreté.

2. Pour rappel, selon l'article 1.3 de l'arrêté INB, un événement déclencheur correspond à une « défaillance interne, ou agression interne ou externe, susceptible d'être à l'origine, directement ou indirectement, d'une situation [...] d'accident ».

3.3.1.1. Démarche pour identifier et caractériser les accidents plausibles susceptibles de porter atteinte aux intérêts protégés

Afin que la démonstration de sûreté couvre l'ensemble des situations pouvant résulter d'événements déclencheurs :

- Ces analyses sont réalisées risque par risque et agression par agression, ce qui permet notamment d'identifier l'ensemble des situations d'accident résultant d'événements déclencheurs uniques postulés ;
- Ces analyses intègrent, en complément, l'étude des cumuls plausibles entre les événements déclencheurs uniques postulés, permettant d'identifier les situations plausibles d'accident pouvant résulter de telles situations de cumul.

Pour ce qui concerne les situations résultant d'événements déclencheurs uniques, les règles d'étude appliquées dans la démonstration de sûreté de l'INB n° 75 en phase de démantèlement sont les suivantes :

- L'identification et l'analyse des événements déclencheurs et des situations en résultant sont réalisées pour chaque défaillance interne et chaque agression ;
- Pour chaque défaillance interne et chaque agression : recherche des événements déclencheurs (défaillance interne, agression interne ou agression externe), qui, s'ils sont postulés comme se produisant, peuvent potentiellement conduire à des situations d'accident ;
- Pour chaque événement déclencheur ainsi identifié : description du scénario de la situation associée, caractérisé notamment par un événement déclencheur unique postulé et un état initial au cours duquel survient cet événement déclencheur.

A cette étape de l'analyse, plusieurs règles d'étude sont prises en compte :

- Etat initial : avant l'événement déclencheur unique postulé, l'installation est considérée comme étant dans un état initial non dégradé. Elle est supposée aux limites pénalisantes du domaine de fonctionnement normal, telles que définies dans le chapitre **I-4.4** « Opérations d'exploitation » du présent rapport de sûreté.
- Evènement déclencheur : les défaillances internes et les agressions sont postulées, dans le cadre d'une démarche déterministe prudente, sans tenir compte des dispositions préventives mises en place.
- Hypothèses pour l'étude des scénarios : chaque scénario associé à un événement déclencheur unique postulé survenant dans l'état initial considéré est établi en considérant des hypothèses raisonnablement pénalisantes et en tenant compte le cas échéant des éventuels autres effets induits directement ou indirectement par l'événement déclencheur postulé (solllicitations mécaniques, thermiques...).

Un scénario représente une situation ou une enveloppe de situations plausibles. Les éventuels regroupements permettent d'étudier un nombre limité de scénarios dont les caractéristiques enveloppent celles des scénarios qu'ils représentent et sont justifiées au cas par cas sur la base des hypothèses réalisées au stade des analyses.

Pour les situations pour lesquelles les conséquences radiologiques seraient supérieures à 10 mSv, sans valorisation de disposition, il est vérifié la présence de marges suffisantes avant effet falaise.

- Prise en compte des actions humaines : les actions humaines le cas échéant valorisées dans le déroulement du scénario sont prises en compte de façon réaliste en tenant compte des conditions de réalisation.
- Prise en compte de la défaillance interne la plus défavorable d'un EIP sollicité par la situation :
Dans le cadre de la démarche déterministe prudente retenue pour la démonstration de sûreté nucléaire de l'INB n°75 en phase de démantèlement, dans le cas où un scénario accidentel est susceptible de conduire à des conséquences particulièrement défavorables, la défaillance la plus défavorable d'un EIP sollicité par l'accident est considérée.
En pratique, pour les risques d'accidents radiologiques, la défaillance d'un EIP est prise en compte si le rejet du terme source mobilisé, sans valorisation des dispositions de limitation

des conséquences, est susceptible de remettre en cause l'objectif de ne pas nécessiter des actions de protection d'urgence et de ne pas avoir de conséquences significatives sur les territoires et les biens sur le long terme.

Pour les risques d'accidents non radiologiques, la défaillance d'un EIP est prise en compte si la situation considérée, sans valorisation des dispositions de limitation des conséquences, conduit à un rejet de substances dangereuses supérieur aux objectifs de sûreté définis au § [2.1.](#)

La défaillance d'un EIP est appliquée aux équipements actifs nécessaires à la maîtrise du risque étudié, au moment de leur première sollicitation. La défaillance de certains équipements actifs, comme par exemple les équipements mis en œuvre de façon anticipée pour les agressions prédictibles (températures extrêmes, crue fluviale...), peut être exclue.

- Parmi l'ensemble des situations identifiées : sélection des situations d'accident devant être étudiées en détail au titre des accidents.
- Pour chaque scénario ainsi établi selon les règles d'étude fixées : évaluation qualitative ou au besoin quantitative des conséquences associées, vis-à-vis des intérêts protégés.
Les situations d'accident résultant d'événements déclencheurs uniques postulés, retenues pour l'INB n°75 en phase de démantèlement, sont étudiées pour chacun des risques et des agressions au chapitre **II-1** « analyse des risques » du présent rapport de sûreté.

Pour ce qui concerne les situations résultant de cumuls d'évènements déclencheurs uniques postulés, la sélection des cumuls et liens de dépendance pris en compte dans le cadre de la démonstration de sûreté est principalement réalisée sur la base du retour d'expérience et de façon pragmatique, notamment afin d'identifier les cumuls plausibles de défaillances et d'agressions indépendantes ou les combinaisons d'agressions naturelles. Les événements liés par des liens de cause à effet et les effets dominos sont également examinés.

Les cumuls plausibles retenus entre les défaillances et les agressions sont détaillés pour chacune des défaillances et agressions au chapitre **II-1** « analyse des risques » du présent rapport de sûreté. Les cumuls retenus sont justifiés au cas par cas en tenant compte des dispositions de conception existantes.

L'ensemble de ce processus permet in fine de sélectionner et d'étudier les conséquences des situations accidentelles retenues pour asseoir la démonstration de sûreté, justifiées comme étant enveloppe des situations d'accident identifiées comme pouvant se présenter.

Les scénarios retenus sont des accidents physiquement possibles correspondant à des situations dont la fréquence d'occurrence est supérieure à 10^{-6} /an en ordre de grandeur. Les situations en dehors de cette plage d'occurrence ne sont pas retenues comme accidents plausibles.

En ce qui concerne les analyses probabilistes, l'identification des scénarios d'accidents enveloppes est réalisée à l'aide d'une analyse des risques :

- Les initiateurs des scénarios sont étudiés de manière déterministe : Quelle que soit la probabilité d'occurrence de l'accident, l'évaluation de la gravité associée et la démonstration de leur acceptabilité vis-à-vis des intérêts protégés est étudiée. Il n'y a donc pas lieu de réaliser une analyse probabiliste dans ce cas compte-tenu de l'objectif recherché. Toutefois, si l'acceptabilité de certains scénarios n'est pas démontrée, elle est prononcée au regard des couples (Probabilité, Gravité, Conséquences). A cette fin, l'évaluation de la probabilité de ces scénarios est recherchée.
- Si les initiateurs des scénarios sont étudiés de manière probabiliste : L'évaluation de la probabilité des scénarios est recherchée, et l'acceptabilité de ces derniers est prononcée au regard des couples (Probabilité, Gravité, Conséquences).

3.3.1.2. Identification des situations accidentelles enveloppes retenues et calculs des conséquences

Cette phase de l'analyse permet d'identifier, après une étape de sélection justifiée, un nombre réduit de situations accidentelles enveloppes retenues pour asseoir la démonstration de sûreté.

Ces situations enveloppes sont définies avec un jeu d'hypothèses pénalisant (typologie de scénario, typologie de conséquences, voie de transfert, activité rejetée, volume de produit toxiques mobilisés, effets thermiques, etc.).

Ainsi, l'évaluation des conséquences associées aux situations accidentelles retenues doit permettre de vérifier le respect des critères énoncés au [§ 2.1.](#)

La présentation des situations accidentelles retenues pour asseoir la démonstration de sûreté et les calculs de leurs conséquences, avec l'ensemble des hypothèses, règles et méthodes utilisées, sont présentés au chapitre *II-3* « situations de fonctionnement et conséquences » du présent rapport de sûreté.

3.3.2. Principe de défense en profondeur

Le principe de défense en profondeur, tel que défini par l'arrêté INB, est appliqué et assure une protection graduée des intérêts protégés.

Le concept de défense en profondeur comporte des niveaux de défense successifs destinés à prévenir les situations d'accidents et à en limiter les conséquences éventuelles.

Les exigences relatives à ces niveaux sont :

- Niveau 1 : Prévenir les accidents. L'objectif est de maintenir les paramètres physiques et les composants de l'installation dans les limites prévues pour une exploitation normale de l'installation, de manière à prévenir les défaillances ;
- Niveau 2 : Détecter les incidents et mettre en œuvre les actions permettant d'empêcher que ceux-ci ne conduisent à un accident d'une part et de rétablir une situation de fonctionnement normal ;
- Niveau 3 : Maîtriser les accidents n'ayant pu être évités ou, à défaut, limiter leur aggravation ;
- Niveau 4 : Limiter les conséquences, notamment pour les personnes et l'environnement, des accidents n'ayant pu être maîtrisés par les précédents niveaux.

En adéquation avec les objectifs de sûreté présentés au [§ 2.](#), l'existence de différents niveaux de défense en profondeur suffisamment indépendants et robustes doit être assurée.

De façon générale, les niveaux de défense en profondeur doivent être suffisamment indépendants les uns des autres afin que la défaillance d'un niveau ne remette pas en cause l'efficacité des autres niveaux et qu'une cause commune ou qu'un événement particulier (par exemple une agression) ne conduise pas à la défaillance de tous les niveaux requis pour en gérer les conséquences.

La mise en œuvre du principe de défense en profondeur s'appuie également sur une démarche de conception prudente intégrant des marges de dimensionnement.

C'est au travers de l'étude des événements déclencheurs et de leurs conséquences qu'il est justifié de la suffisance de l'indépendance des niveaux de défense en profondeur et de l'adéquation des choix de conception pour l'INB n° 75 dans sa phase de démantèlement.

Les éléments constitutifs des niveaux de défense en profondeur pour l'INB n° 75 en phase de démantèlement sont présentés pour chaque risque et agression étudié dans le chapitre *II-1* « Analyse des risques ».

3.3.3. Prise en compte des agressions

La définition d'une agression interne ou externe est donnée dans l'article 1.3 de l'arrêté INB : « Tout événement ou situation qui trouve son origine respectivement à l'intérieur ou à l'extérieur de l'INB et qui peut entraîner de manière directe ou indirecte des dommages aux EIP ou remettre en cause le respect des exigences définies ».

Une agression ne doit pas initier d'accident dont les conséquences vis-à-vis de la sûreté seraient inacceptables ou remettre en cause la démonstration de sûreté définie par ailleurs. Il convient à ce titre de protéger les éléments nécessaires à l'accomplissement des fonctions de sûreté requises et de maintenir un niveau de sûreté satisfaisant. De plus, les hypothèses permettant d'exclure un événement déclencheur ou un scénario ne doivent pas être remises en cause par une agression.

Pendant le démantèlement, l'exploitant s'assure que les dispositions retenues permettent d'atteindre, compte-tenu de l'état des connaissances, des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement, un niveau de risques aussi faible que possible dans des conditions économiquement acceptables.

Les exigences définies sont appliquées indépendamment à chaque zone de l'installation (par bâtiment ou par groupe de locaux) et prennent fin lorsque la zone ne présente plus de risque pour les intérêts protégés mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement, afin de permettre l'achèvement du démantèlement de l'INB.

3.3.3.1. Agressions internes

Les agressions internes prises en compte dans la démonstration de sûreté nucléaire sont celles mentionnées à l'article 3.5 de l'arrêté INB :

- Les émissions de projectiles, notamment celles induites par la défaillance des matériels tournants ;
- Les défaillances d'équipements sous pression ;
- Les collisions et chute de charges ;
- Les explosions ;
- Les incendies ;
- Les émissions de substances dangereuses ;
- Les inondations trouvant leur origine dans le périmètre de l'installation nucléaire de base ;
- Les interférences électromagnétiques internes (IEM)³.

La démonstration de sûreté nucléaire tient également compte des cumuls plausibles entre les agressions mentionnées ci-dessus (voir [§ 3.3.3.](#)).

La méthode d'analyse et le (ou les) cas de charge associé(s) à chaque agression sont présentés au chapitre **II-1** « Analyse des risques » du présent rapport de sûreté.

3.3.3.2. Agressions externes

Les agressions externes prises en compte dans la démonstration de sûreté nucléaire sont celles mentionnées à l'article 3.6 de l'arrêté INB :

- 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 ;

3. Pour une INB en démantèlement, la démonstration de maîtrise des risques repose, essentiellement, sur des équipements passifs ou non sensibles au phénomène d'IEM internes. En conséquence, les risques associés aux interférences électromagnétiques internes ne sont pas de nature à impacter les intérêts protégés.

- La foudre et les interférences électromagnétiques externes ;
- Les conditions météorologiques ou climatiques extrêmes ;
- Les incendies externes⁴ ;
- Les inondations trouvant leur origine à l'extérieur du périmètre de l'installation nucléaire de base.

La démonstration de sûreté nucléaire tient également compte des cumuls plausibles entre les agressions mentionnées ci-dessus (voir [§ 3.3.3.](#)).

La méthode d'analyse et le (ou les) cas de charge associé(s) à chaque agression sont présentés au chapitre **II-1** « Analyse des risques » du présent rapport de sûreté.

3.3.4. Prise en compte du risque de malveillance et d'intrusion

En complément des agressions recensées aux [§ 3.3.3.1.](#) et [§ 3.3.3.2.](#), les installations de l'INB n°75 prennent en compte d'autres agressions qui résultent d'actes de malveillance. La protection de l'installation est réalisée au travers d'un ensemble de dispositions techniques qui correspondent aux principes de défense en profondeur. Les solutions techniques retenues et les analyses conduites pour valider la robustesse de l'installation vis-à-vis des menaces sont établies conformément au code de la défense. Elles sont examinées par les pouvoirs publics dans ce cadre. Les éléments de démonstration de la maîtrise des conséquences d'actes de malveillance, en cohérence avec les prescriptions du code de la défense, sont apportées par un dossier classé confidentiel défense.

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. Ils font l'objet d'une analyse distincte du présent rapport de sûreté.

Compte tenu de l'efficacité escomptée des dispositions de protection mises en œuvre :

- Les événements déclencheurs qui pourraient, malgré cela, résulter des actes malveillants et les situations d'accident pouvant en résulter sont enveloppés par ceux étudiés dans la démonstration de sûreté nucléaire ;
- Les conséquences de ces accidents sont donc enveloppées par celles des accidents étudiés dans la démonstration de sûreté nucléaire.

Les principes relatifs à la protection contre les actes de malveillance sont la mise en œuvre de mesures telles que protection physique, organisation,... permettant de mettre en sécurité les systèmes nécessaires à la maîtrise des conséquences des actes de malveillance.

3.3.5. Cas particulier du transport interne

Les règles de conception des opérations de transport internes des marchandises dangereuses sont précisées dans l'annexe [A-II-0.1.](#)

3.3.6. Prise en compte des risques liés à la co-activité

Les risques liés à la co-activité sont pris en compte dans la démonstration de sûreté. Les éléments sont précisés dans l'annexe [A-II-0.2.](#)

4. Les incendies externes induits par les activités humaines sont traités dans l'analyse des 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 site de Fessenheim n'est pas concerné par l'agression externe du type «feu de forêt». Le risque d'agression par un incendie d'origine naturelle est ainsi écarté.

3.3.7. Prise en compte des Facteurs Organisationnels et Humains (FOH)

3.3.7.1. Introduction

Les Facteurs Organisationnels et Humains (FOH) sont pris en compte dans la démonstration de sûreté :

- Comme il n'est pas fait d'hypothèse sur l'origine des événements déclencheurs considérés, l'erreur humaine peut être un initiateur ;
- Les actions humaines valorisées dans la démonstration de sûreté sont prises en compte de façon réaliste et des moyens sont mis en œuvre pour se prémunir de défaillance lors de leur réalisation. La préférence est donnée aux actions automatiques.

Ainsi, parmi les tâches à réaliser par le personnel sur le plan de la sûreté, les principales activités sensibles et relatives aux éléments susmentionnés sont identifiées et une démarche socio-organisationnelle et humaine SOH est mise en œuvre en phase études, réalisation de travaux et exploitation.

3.3.7.2. Présentation générale de la démarche SOH

Cette démarche démarre le plus en amont possible d'un projet, et sa mise en œuvre est poursuivie tout au long de ses phases (études, réalisation et exploitation). Elle s'intéresse aux personnes, aux interactions entre ces personnes et aux interactions avec les différents composants de leurs situations de travail. Elle consiste à anticiper les pratiques induites par une situation de travail nouvelle ou modifiée afin d'agir conjointement sur l'ensemble des déterminants susceptibles d'avoir une incidence sur les personnes et sur les performances attendues, c'est-à-dire :

- Les moyens techniques (matériels, outils, interfaces Homme-Machine, etc.) ;
- La maintenance ;
- L'aménagement des zones de travail ;
- L'organisation du travail ;
- Les compétences ;
- La documentation, les procédures de travail ;
- L'environnement physique de travail.

Vis-à-vis de la prise en compte des facteurs humains dans les domaines sûreté, sécurité, environnement, radioprotection, cette démarche est largement basée sur l'analyse de risques et le retour d'expérience, dès lors que ceux-ci intègrent la composante humaine.

Ainsi :

- En amont de la contractualisation des opérations, les activités sensibles sont identifiées et le niveau de sensibilité SOH associé est déterminé ;
- La maîtrise des activités sensibles peut faire l'objet de prescriptions dans les cahiers des charges, adaptées au niveau de sensibilité SOH ;
- La mise en œuvre effective des actions visant à la maîtrise des activités sensibles est surveillée, pendant les études et/ou la réalisation des travaux et l'exploitation des installations.

L'application de la démarche SOH à l'INB n°75 en démantèlement, ainsi que les activités à sensibilité SOH modérée et forte sont présentées en annexe [A-II-0.3](#) du présent chapitre.

3.4. PRISE EN COMPTE DU REX

Le retour d'expérience permet de se réinterroger sur la pertinence des hypothèses, démarches et critères retenus dans les différents domaines de la démonstration de sûreté et de s'assurer du



RAPPORT DE SURETE

Version Publique

Edition DEM

VOLUME	II
CHAPITRE	0
SECTION	
PAGE	17/50

Fessenheim

INB n°75

caractère adapté des dispositions matérielles et organisationnelles associées. Il contribue à ce titre à l'amélioration continue de la sûreté pendant toute la durée de vie des installations.

Les enseignements tirés du retour d'expérience peuvent ainsi engendrer des améliorations :

- Sur les systèmes, structures et composants ;
- Sur l'organisation et la formation du personnel ;
- Sur la documentation d'exploitation ou le processus maintenance.

A-II-0.1 TRANSPORT INTERNE DE MARCHANDISES DANGEREUSES

1. GÉNÉRALITÉS

Les exigences réglementaires liées aux opérations de transport interne de marchandises dangereuses sur les INB ont pour objectif général de protéger les intérêts mentionnés à l'article L.593-1 du code de l'environnement, vis-à-vis des risques et inconvénients que peuvent présenter ces transports.

Les opérations de transport concernées par ces exigences et qui font l'objet du présent chapitre sont définies au titre de l'article 1.3 de l'arrêté INB :

Opération de transport interne : transport de marchandises dangereuses réalisé dans le périmètre d'une installation nucléaire de base à l'extérieur des bâtiments et des parcs d'entreposage ou opération concourant à sa sûreté y compris à l'intérieur des bâtiments et des parcs d'entreposage.

Ces opérations de transport interne incluent la préparation, l'envoi, le chargement, l'acheminement sur l'INB entre bâtiments et/ou parcs d'entreposage, le déchargement et la réception au lieu de destination final. Les opérations de manutention des colis, lorsqu'elles sont réalisées hors d'un bâtiment ou hors d'un parc d'entreposage, sont des transports internes.

Les dispositions prises en application de ces exigences réglementaires sont précisées dans l'arrêté INB titre VIII, chapitre II, articles 8.2.1 et 8.2.2 :

Art. 8.2.1. : les opérations de transport interne de marchandises dangereuses sont menées en tenant compte :

- Des contraintes dues à la co-activité induite par la circulation de véhicules ;
- Des caractéristiques des voies de circulation utilisées et de leur environnement ;
- Des conditions opérationnelles de réalisation des transports ;
- Des facteurs organisationnels et humains.

Art. 8.2.2. : les opérations de transport interne de marchandises dangereuses doivent respecter soit les exigences réglementaires applicables aux transports de marchandises dangereuses sur la voie publique, soit les exigences figurant dans les règles générales d'exploitation mentionnées au 2° du II de l'article 20 du décret du 2 novembre 2007 susvisé, dans les règles générales de surveillance et d'entretien mentionnées au 10° du II de l'article 37 du même décret ou dans les règles générales de surveillance mentionnées au 10° du II de l'article 43 du même décret.

En ce qui concerne les INB d'EDF, les exigences applicables aux opérations de transport interne sont décrites dans les règles générales d'exploitation dont le contenu est précisé dans la note EDF D450713011936 ind.7 "Maîtrise des transports internes de marchandises dangereuses".

2. EXIGENCES DE SÛRETÉ

2.1. Objectifs de sûreté

Les exigences applicables aux opérations de transport interne, décrites dans la note EDF D450713011936 ind.7 "Maîtrise des transports internes de marchandises dangereuses", sont précisées au paragraphe ci-dessous (voir § 2.3 de la présente annexe).

En ce qui concerne les opérations de transport interne de matières radioactives, ces exigences visent à assurer la sûreté et protéger les personnes, les biens et l'environnement contre les effets des rayonnements. Cette protection est obtenue par :

- 1) Le confinement du contenu radioactif ;
- 2) La maîtrise de l'intensité de rayonnement externe ;
- 3) La prévention des dommages causés par la chaleur ;
- 4) La prévention de la criticité.

Conformément au chapitre **II-0** du RDS, il n'y a pas de risque de criticité sur l'INB n° 75 en démantèlement.

Il est satisfait à ces principes : premièrement, en modulant les limites de contenu pour les colis et les moyens de transport ainsi que les normes de performance appliquées aux modèles de colis suivant le risque que présente le contenu radioactif ; deuxièmement, en imposant des conditions pour la conception et l'exploitation des colis et pour l'entretien des emballages, en tenant compte de la nature du contenu radioactif ; enfin, en prescrivant des contrôles administratifs, y compris, le cas échéant, une approbation par les autorités compétentes.

2.2. Attendu de la démonstration de sûreté

La démonstration de sûreté s'appuie sur le fait que le transport est effectué au sein d'un site nucléaire et présente ainsi une meilleure maîtrise et une limitation des conséquences d'un événement, par rapport au transport dans le domaine public, et ceci dans toutes les conditions envisageables, et selon les trois degrés de sévérité que sont :

- Les conditions de transport de routine (pas d'incident) ;
- Les conditions incidentelles de transport (incident mineur) ;
- Les conditions accidentelles de transport.

En effet, vu l'étendue de l'INB, les trajets de transports internes ne peuvent excéder quelques kilomètres, et les règlements intérieurs imposent sur le site une vitesse limitée nettement inférieure à la vitesse sur voie publique. L'apprentissage et la connaissance des parcours sont plus aisés pour les conducteurs. Ce fait permet aussi de garantir, sauf conditions exceptionnelles soudaines, la connaissance a priori de l'ensemble des conditions météorologiques et de circulation durant l'exécution du transport. A cela s'ajoute la maîtrise de l'ensemble des sources potentielles d'agression externe telles les difficultés ou obstacles du parcours ainsi que les co-activités – la première étant la circulation des autres véhicules sur les voies empruntées sur le site.

Enfin, pour ces conditions de transport, les conséquences de l'irradiation et la contamination (liées directement au confinement des matières radioactives), sont limitées du fait du temps de transport réduit, et de la connaissance du risque par toute personne qui accède sur un site nucléaire.

De même que pour la réglementation de transport de matières radioactives dans le domaine public, une approche qui se caractérise par trois degrés généraux de sévérité est néanmoins mise en œuvre :

- Les conditions de routine :
Les « conditions de transport de routine » couvrent les opérations quotidiennes d'utilisation et de transport des objets. Dans ce cas il ne doit y avoir aucun incident dommageable pour le colis, cependant, un arrimage est requis et doit supporter les accélérations rencontrées pendant le transport ;
- Les conditions incidentelles de transport :
Par conditions « incidentelles de transport » on entend toutes les sollicitations susceptibles de se produire en conditions habituelles de transport (vibrations, chocs mécaniques, chargement, déchargement...) ainsi que tous les incidents ou accidents mineurs susceptibles de se produire lors des opérations de chargement/déchargement ou au cours des déplacements sur les voies internes du site.

Les conséquences de ces incidents ne sont pas jugées suffisamment graves par les opérateurs pour interrompre l'opération de transport, car l'intégrité du colis est maintenue ;

- Les conditions accidentelles de transport :
A la différence des transports sur voie publique où, par exemple, l'opérateur de transbordement est l'unique juge dans le cas d'endommagements occasionnés lors d'un chargement, chaque site nucléaire dispose des compétences toujours disponibles en matière de maîtrise et d'évaluation de risques radiologiques (service de radioprotection), et des connaissances particulières et spécifiques aux différentes matières qui y sont transportées, ces dernières étant identiques à celles traitées quotidiennement dans l'INB. Lors de la survenue d'un événement, la proximité de ces moyens permet à l'intervenant témoin ou à l'origine de l'événement d'avoir rapidement un diagnostic sur les conséquences potentielles d'aggravation de la situation ou les conseils avisés pour mettre en œuvre des mesures correctives si il en juge l'utilité.

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.

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

Par conception, certains colis doivent garantir le confinement de la matière, assurer la protection contre les rayonnements émis par la matière et prévenir tout risque de criticité lorsqu'il contient des matières fissiles, dans des situations normales, incidentelles et accidentelles prédéterminées.

Ces situations incidentelles et accidentelles prédéterminées sont reproduites par des épreuves normalisées (chutes, tenue au feu, aspersion, immersion...) qui visent à limiter à des niveaux acceptables de relâchement et d'irradiation, les nuisances pour le personnel sur le site, le public et l'environnement.

La chute d'un grand colis (plus de 100 kg) et l'incendie ne sont pas des incidents, mais seront qualifiés d'accidents.

2.3. Exigences de sûreté relatives aux colis de transport interne

2.3.1. Exigences concernant les colis TI 0

Les exigences précisées ci-dessous permettent de se conformer aux prescriptions en exploitation issues de la note EDF D450713011936 ind.7 "Maîtrise des transports internes de marchandises dangereuses" pour les colis TI 0.

- TI0.EX1. : les matières et objets radioactifs solides non fissiles ou fissiles exceptés dont l'activité est inférieure ou égale à **10⁻³ A2** (ou 10⁻³ A1 pour les matières radioactives sous forme spéciale) doivent être emballés de façon à éviter toute dispersion de la matière radioactive. L'emballage doit être constitué soit :
 - D'une boîte à fermeture positive ;
 - D'une bâche ou d'une enveloppe vinyle fermée ;
- TI0.EX2. : l'intensité de rayonnement en tout point des surfaces verticales d'un colis TI 0 ne doit pas dépasser 25 µSv/h ;
- TI0.EX3. : des machines contenant des fluides de nature non radioactive nécessaires à leur fonctionnement peuvent être présentes dans le colis. Dans ce cas les fluides doivent être confinés par la machine transportée.

2.3.2. Exigences concernant les colis TI 1 et les systèmes de transport contenant plus de 10⁻³ A2

Les exigences précisées ci-dessous permettent de se conformer aux prescriptions en exploitation issues de la note EDF D450713011936 ind.7 "Maîtrise des transports internes de marchandises dangereuses" pour les colis TI 1.

Les matières et objets radioactifs solides dont l'activité est supérieure à **10⁻³ A2** (ou 10⁻³ A1 pour les matières radioactives sous forme spéciale) mais inférieure ou égale à **A2** (ou A1 pour les matières radioactives sous forme spéciale) doivent être emballés de façon à respecter les exigences suivantes :

- TI1.EX1. : l'emballage doit être constitué d'une boîte à fermeture positive, et muni d'un joint ;
- TI1.EX2. : le colis doit être conçu pour être transporté et manutentionné en toute sûreté ;
- TI1.EX3. : l'intégrité du colis TI 1 doit être assurée pendant les conditions de transports internes de routine (sans incident) ;
- TI1. EX4. : les matériaux de l'emballage, ses composants et ses structures doivent être physiquement et chimiquement compatibles entre eux et avec le contenu radioactif ;
- TI1.EX5. : en ce qui concerne les matières radioactives ayant d'autres propriétés dangereuses, le modèle de colis doit tenir compte de ces propriétés ;
- TI1. EX6. : des machines contenant des fluides de nature non radioactive nécessaires à leur fonctionnement peuvent être présentes dans le colis. Dans ce cas les fluides doivent être confinés par la machine transportée.

2.3.3. Exigences concernant les colis TI 2 et les systèmes de transport contenant plus de 2 A2

Les exigences précisées ci-dessous permettent de se conformer aux prescriptions en exploitation issues de la note EDF D450713011936 ind.7 "Maîtrise des transports internes de marchandises dangereuses" pour les colis TI2 et les systèmes de transport contenant plus de 2.A2.

Les colis de type TI 2 et les systèmes de transport contenant une activité supérieure à **2 A2** (ou 2 A1 pour les matières radioactives sous forme spéciale) sont limités à la liste suivante :

- Les coques de déchet C1 et C4 non bloquées :
Selon la nature du déchet, l'activité peut dépasser 2 A2. L'activité transportée doit toujours être inférieure à 100 A2 ;
- Les Gammagraphes de type B transportés sans leur « CEGEBOX » :
Ces Gammagraphes comportent une source « agréée sous forme spéciale », conforme au certificat d'agrément type B en vigueur. Ils peuvent être transportés sans leur « CEGEBOX » ;
- Les Générateurs de Vapeur déposés :
Les internes de ces objets sont contaminés. Ces Générateurs de Vapeur ne sont pas emballés et font l'objet d'un « système de transport ». La contamination est essentiellement inaccessible. L'activité transportée est inférieure à 100 A2 ;
- Les caissons métalliques FAMA 5 m³ pré-bétonnés :
Quelle que soit la nature des déchets (activité et spectre), l'activité transportée est toujours inférieure à 100 A2.

Les matières et objets radioactifs solides dont l'activité est supérieure à **A2** mais inférieure ou égale à **100 A2** (ou 100 A1 pour les matières radioactives sous forme spéciale) doivent être emballés de façon à respecter les exigences suivantes :

- TI2.EX1. : le colis TI 2 doit respecter les exigences pour la conception des colis TI 1 (voir § 2.3.2 de la présente annexe) ;
- TI2.EX2. : pour les colis susceptibles de contenir de l'eau, du fait par exemple d'un chargement sous eau, ou chargé d'une pièce radioactive humide, il est nécessaire d'analyser les effets de la décomposition radiolytique de l'eau. Lorsque cette eau est retirée par une opération de séchage, cette opération doit faire l'objet d'une qualification préalable ;

- TI2.EX3. : les colis TI 2 doivent être conçus de telle sorte que, lorsqu'ils sont soumis aux épreuves représentatives des conditions incidentelles décrites (voir § 2.3.3.1 de la présente annexe), ils empêchent la perte de l'intégrité de la protection qui entraînerait une intensité de rayonnement supérieure à 2,4 mSv/h ou à +20 % du DeD initial maximal au contact du colis, si le DeD initial était supérieur à 2 mSv/h. A l'issue de ces épreuves, le relâchement d'activité des colis TI 2 est estimé selon les résultats d'une analyse de risque qui tient compte de toutes les conditions de transport, et l'impact de ce relâchement éventuel est analysé selon une démarche ALARA ;
- TI2.EX4. : dans le cas particulier des colis de catégorie TI 2 contenant une matière qui n'est pas classée SCO-I, SCO-II, LSA-I, LSA-II, ou LSA-III, et d'activité de plus de 2 A2, le relâchement d'activité à l'issue des épreuves représentatives des conditions incidentelles de transport doit être limité à 10^{-6} A2/h. Il est cependant possible de ne pas tenir compte d'une ou plusieurs épreuves (voir § 2.3.3.1 de la présente annexe), si elles ne peuvent pas se produire pendant le transport.

2.3.3.1. Epreuves représentatives des conditions incidentelles de transport

Un ou plusieurs spécimens du colis doivent être soumis à l'épreuve de chute libre, à l'épreuve de gerbage et à l'épreuve de pénétration qui doivent être précédées dans chaque cas de l'épreuve d'aspersion d'eau.

Epreuve d'aspersion d'eau

Cette épreuve est identique à l'épreuve d'aspersion de la réglementation du transport de matières radioactives sur la voie publique (épreuves des « Conditions Normales de Transport »).

Cette aspersion doit simuler l'exposition à un débit de précipitation d'environ 5 cm par heure pendant au moins une heure.

Modulations :

Cette épreuve peut ne pas être réalisée à l'une des conditions suivantes :

- Le colis est protégé de la pluie pendant toutes les phases d'utilisation, y compris en cours de transport (présence d'une bâche ou d'un camion couvert) ;
- Les transports par temps de pluie sont interdits et le colis protégé de la pluie en dehors des opérations de transport proprement dites ;
- Il peut être démontré que les matériaux constituant le colis n'absorbent ni ne retiennent l'eau et que l'eau n'augmentera pas significativement leur masse.

Epreuve de chute libre

Cette épreuve est une version adaptée de l'épreuve de chute libre de la réglementation du transport de matières radioactives sur la voie publique (épreuves des « Conditions Normales de Transport »). Les hauteurs de chute sont adaptées aux risques réduits sur site (voir § 2.2 de la présente annexe).

On fait la distinction, pour la réalisation de cette épreuve, entre les « petits colis » de moins de 100 kg, et les « grands colis » de plus de 100 kg.

Un petit colis est susceptible de subir un incident, par exemple une chute du moyen de transport, et d'être remis sur le moyen de transport par l'opérateur sans moyen mécanisé.

En revanche, la chute d'un grand colis conduira à l'arrêt de l'opération de transport interne. Un diagnostic radiologique de la situation sera réalisé et des moyens spécifiques seront mis à disposition pour manutentionner le colis.

L'épreuve de chute doit être réalisée à partir de l'orientation initiale la plus pénalisante. Il est acceptable d'ignorer certaines orientations de chute si une sollicitation du colis selon ces orientations est inenvisageable. Le second impact dans le cas d'une chute avec fouettement peut aussi être ignoré.

Pour les petits colis (moins de 100 kg), la hauteur de chute mesurée entre le point le plus bas du spécimen et la surface supérieure de la cible indéformable doit être de 1,20 m.

Pour les grands colis (plus de 100 kg), la hauteur de chute mesurée entre le point le plus bas du spécimen et la surface supérieure de la cible indéformable doit être de 0,30 m.

Epreuve de gerbage

Cette épreuve est une version adaptée de l'épreuve de gerbage de la réglementation du transport de matières radioactives sur la voie publique (épreuves des « Conditions Normales de Transport »). La force de compression reflète, de manière très conservatrice, la réalité du gerbage des colis sur site.

Le spécimen doit être soumis pendant 24 heures à une force de compression égale à l'équivalent de cinq fois la masse du colis réel.

Cette force est appliquée uniformément à deux faces opposées du spécimen, l'une d'elles étant la base sur laquelle le colis repose normalement.

Modulations :

- La démonstration peut être effectuée pour le nombre effectif de colis autorisés à être gerbés, si celui-ci est inférieur à 5 ;
- Le colis est dispensé de cette prescription si la forme géométrique empêche effectivement le gerbage ou si les mesures opérationnelles interdisent cette opération. Cela s'applique aux colis qui sont, par consigne, interdits de gerbage pendant le transport.

Epreuve de pénétration

Cette épreuve est identique à l'épreuve de pénétration de la réglementation du transport de matières radioactives sur la voie publique (épreuves des « Conditions Normales de Transport »).

Cette épreuve consiste en une chute de barre à bout hémisphérique de 3,2 cm de diamètre et de masse 6 kg, dont l'axe longitudinal est orienté verticalement, lâchée au-dessus du spécimen et guidée de sorte que son extrémité vienne frapper le centre de la partie la plus fragile du spécimen et qu'elle heurte l'enveloppe de confinement si elle pénètre assez profondément.

Le spécimen est placé sur une surface rigide, plane et horizontale dont le déplacement reste négligeable lors de l'exécution de l'épreuve :

- La hauteur de la chute de la barre mesurée entre l'extrémité inférieure de celle-ci et le point d'impact prévu sur la surface supérieure du spécimen doit être de 1 m ;
- Les déformations de la barre doivent rester négligeables lors de l'exécution de l'épreuve.

2.3.4. Prescriptions alternatives auxquelles doivent satisfaire les colis de type TI 2

Les exigences TI2.EX1 à TI2.EX4 peuvent être remplacées par l'une des exigences ci-dessous :

- TI2.EX5. : les conteneurs de fret peuvent aussi être utilisés comme colis du type TI 2, à condition :
 - Que le contenu radioactif ne soit constitué que de matières solides d'activité inférieure à 2. A2. Des machines contenant des fluides de nature non radioactive nécessaires à leur fonctionnement peuvent être présentes dans le colis ;
 - Qu'ils soient conçus pour satisfaire aux spécifications (à l'exclusion des dimensions et des valeurs nominales) énoncées :
 - Soit dans le document ISO 1496/1 de l'Organisation internationale de normalisation intitulé « Conteneurs de la série 1 — Spécifications et essais — Partie I : Conteneurs pour usage général » ;

➤ Soit dans la Convention Sécurité des Conteneurs (1972) ;

- TI2.EX6. : les colis et les grands récipients pour vrac métalliques peuvent être utilisés comme colis du type TI 2 à condition :
 - Que l'activité du contenu radioactif soit inférieure à 2.A2 ;
 - Qu'ils soient conçus pour satisfaire les prescriptions de la réglementation des transports des marchandises dangereuses sur la voie publique pour les groupes d'emballage I, II ou III ;
- TI2.EX7. : les colis peuvent aussi être utilisés comme colis du type TI 2, à condition :
 - Que le contenu radioactif ne soit constitué que de matières LSA-II et SCO-II d'activité inférieure à 100.A2 ;
 - Qu'ils soient conçus pour satisfaire à l'épreuve de chute d'acceptation à l'ANDRA. A l'issue de cette épreuve le confinement du colis reste intègre, et la perte de l'intégrité de la protection n'entraîne pas une intensité de rayonnement supérieure à 2,4 mSv/h ou à +20 % du DeD initial en tout point de la surface externe du colis si le DeD initial était supérieur à 2 mSv/h.

2.3.5. Exigences concernant les transports internes de liquides et gaz radioactifs

Rappel des exigences en exploitation issues de la note EDF D450713011936 ind.7 "Maîtrise des transports internes de marchandises dangereuses".

- les colis transportant des matières radioactives liquides ou gazeuses doivent être conformes à la réglementation en vigueur des transports des marchandises dangereuses sur la voie publique.

2.3.6. Exigences concernant les transports internes de marchandises dangereuses non radioactives

Rappel des exigences en exploitation issues de la note EDF D450713011936 ind.7 "Maîtrise des transports internes de marchandises dangereuses".

les transports internes de marchandises dangereuses non radioactives doivent être réalisés dans des emballages qui répondent aux prescriptions de la réglementation des transports des marchandises dangereuses sur la voie publique en vigueur, sauf dans certains cas particuliers tels qu'abordés au paragraphe suivant (voir § 2.3.7 de la présente annexe).

2.3.7 Exigences concernant les systèmes de transport

S'il n'est pas possible de transporter une marchandise dangereuse suivant les prescriptions des paragraphes (voir § 2.3.1 de la présente annexe à § 2.3.6) ci-dessus, (par exemple du fait de sa taille ou lorsqu'il s'agit d'un déchet transféré vers une aire de transit de déchets en vue de son conditionnement...), l'exploitant doit faire reposer la sûreté et la sécurité du transport interne sur des dispositions opérationnelles de transport spécifiques décrites dans le dossier du système de transport, conformément à la note EDF D450713011936 ind.7 "Maîtrise des transports internes de marchandises dangereuses".

2.3.8. Exigences concernant les colis TI 3

Les exigences précisées ci-dessous permettent de se conformer aux prescriptions en exploitation issues de la note EDF D450713011936 ind.7 "Maîtrise des transports internes de marchandises dangereuses" pour les colis TI3.

TI3.EX1. : lorsque l'activité transportée est supérieure à 100 A2 (100 A1 pour les matières radioactives sous forme spéciale), ou lorsque le contenu est fissile, les dossiers de conformité doivent être établis de façon à garantir que les prescriptions de la réglementation du transport des matières radioactives sur la voie publique sont respectées, ou que des dispositions compensatoires sont mises en place

lorsque ces prescriptions ne sont pas satisfaites. Ces dispositions compensatoires doivent faire l'objet d'une autorisation de l'autorité de sûreté. Les transports internes liés aux expéditions et réceptions de colis agréés par l'autorité compétente, contenant des matières fissiles, qui ne sont pas conformes à leur certificat d'agrément ou à un arrangement spécial, doivent être réalisés conformément au rapport de sûreté de l'INB.

3. DESCRIPTION DES COLIS CONTENANT UNE ACTIVITE COMPRISE ENTRE 2 A2 ET 100 A2

3.1. Coques de déchet C1 et C4 non bloquées

3.1.1. Principes

Les coques béton C1 et C4 sont des emballages de transport et stockage des déchets issus du fonctionnement de l'INB. Ces coques sont parfois transportées sur site « non bloquées » (les déchets ne sont pas immobilisés avec un liant hydraulique ou polymère) entre le bâtiment de production du déchet et le bâtiment où est réalisé le blocage des déchets.

Elles sont aussi parfois transportées bloquées mais non bouchées : les déchets sont bloqués ou enrobés, mais la partie supérieure en béton de la coque n'est pas encore en place.

Le système de transport interne des coques non bloquées TI2 est composé :

- D'une coque C1 ou C4 ;
- D'un bouchon biologique C1 ou C4, muni d'un joint d'étanchéité, emboîté sur la coque et verrouillé par des vis serrées au couple ; ou d'un couvercle confinant C1 ou C4, muni de joints d'étanchéité, bridé sur la coque à l'aide de mâchoires de serrage serrées au couple ;
- D'un dispositif permettant d'éviter le basculement de la coque intégré ou solidarisé au moyen de transport avec un système d'arrimage évitant le glissement sur les fourches.

3.1.2. Description du contenu radioactif autorisé

Les coques bétons sont utilisées pour le transport de divers déchets solides. Les déchets les plus actifs, dont l'activité peut parfois être comprise entre 2.A2 et 100.A2, sont les filtres d'eau et certains déchets technologiques.

L'activité du colis est déterminée en fonction des spectres types et ratios de contamination spécifiques aux déchets et à leur provenance.

3.1.3. Description des colis

3.1.3.1. Définition des emballages

Description

Les coques béton sont des emballages en béton destinés à recevoir des déchets irradiants qui sont immobilisés avec un liant hydraulique (voir figure **F-A-II-0.1** de la présente annexe)

Les coques C1 et C4 sont constituées des éléments suivants :

- Structure en béton réalisée à partir de charges sèches, d'eau et d'adjuvants ;
- Armature en treillis métallique soudé (présent en périphérie et fond de coque) ;
- Ceinture de manutention (compatible avec les pinces à coque et bouchons biologiques) ;
- Peau métallique interne étanche ;
- Isolant thermique en polystyrène autour de la peau métallique permettant sa dilatation.

Caractéristiques des coques C1 :

- Diamètre : 1400mm
- Hauteur : 1300 mm
- Tare : 2300 kg
- Masse maximale bloquée bouchée : 6400 kg

Caractéristiques des coques C4 :

- diamètre : 1100mm
- hauteur : 1300 mm
- tare : 1650 kg
- masse maximale bloquée bouchée : 4200 kg

Système de fermeture

Les coques TI2 non bloquées sont hermétiquement fermées pendant le transport interne par un bouchon biologique muni d'un joint silicone, ou d'un couvercle confinant C1 ou C4, muni de joints d'étanchéité, bridé sur la coque à l'aide de mâchoires de serrage serrées au couple.

Bouchon biologique

Le bouchon biologique s'emboîte sur la coque. Il est verrouillé à l'aide de 3 vis serrées au couple de 340 Nm. Il est équipé d'un système de condamnation zone rouge, d'un taraudage M5 et d'un bouchon permettant le contrôle d'étanchéité du joint tous les 30 mois.

Caractéristiques du bouchon biologique C1 :

- diamètre extérieur : 1560 mm
- diamètre intérieur : 1410 mm
- hauteur : 470 mm
- masse : 1350 kg

Caractéristiques du bouchon biologique C4 :

- diamètre extérieur : 1260 mm
- diamètre intérieur : 1110 mm
- hauteur : 470 mm
- masse : 950 kg

Couvercle confinant

Ce couvercle confinant est un couvercle alternatif au bouchon biologique. Il est constitué d'un ensemble mécano-soudé réalisé en acier inoxydable. Il est verrouillé à l'aide de 6 vis serrées au couple de 320 Nm.

Caractéristiques du couvercle confinant C1 :

- diamètre extérieur : 1650 mm
- diamètre intérieur : 1407 mm
- hauteur : 691 mm
- masse : 1540 kg

Caractéristiques du couvercle confinant C4 :

- diamètre extérieur : 1350 mm
- diamètre intérieur : 1107 mm
- hauteur : 655 mm
- masse : 970 kg

Tout autre système de transport répondant aux mêmes exigences peut être utilisé.

Éléments de manutention et arrimage

Le bouchon biologique seul et le colis (coque + bouchon biologique + déchet) se manutentionnent avec une pince à coque.

Le couvercle confinant seul et le colis (coque + couvercle + déchet) se manutentionnent avec une pince à coque, ou par des fourches par les passages prévus à cet effet.

3.1.3.2. Aménagements internes

Les coques peuvent aussi comporter :

- Des éléments techniques (centreur, panier, virole, galette, couvercle interne, pale de malaxage) ;
- Un pré-bétonnage périphérique interne ;
- Un filtre pré-bétonné.

3.1.3.3. Dispositions opérationnelles pour le "système de transport"

Les dispositions organisationnelles pour le système de transport interne sont définies ci-dessous :

- La vitesse de circulation du convoi est limitée à 5 km/h ;
- L'emprunt d'un itinéraire adapté préalablement défini en tenant compte du risque de co-activité ;
- L'utilisation d'un dispositif anti-basculement arrimé ou solidaire du moyen de transport.

3.2. Les Gammagraphes de type B transportés sans leur « CEGEBOX »

3.2.1. Description du contenu autorisé

Chaque emballage est destiné à contenir une source radioactive scellée « sous forme spéciale » d'Iridium 192.

A tout moment lors du transport, la source est conforme à un modèle de matière radioactive sous forme spéciale, disposant d'un certificat d'agrément en cours de validité et valable sur le territoire français. Une source périmée, ou ne disposant plus de son agrément « matière radioactive sous forme spéciale », est uniquement transportée en vue de sa reprise par le fabricant.

La matière radioactive ne contient pas de matière fissile.

L'activité maximale autorisée de la source scellée est de 8,88 TBq pour une source radioactive d'Iridium 192 chargée dans un projecteur GAM 80 ou GAM 120.

La valeur d'activité A1 de l'Iridium 192 étant de 1 Tbq, l'activité totale maximale est de 8,88.A1 (soit une valeur inférieure à 100.A1, valeur limite du type de colis TI2).

3.2.2. Définition de l'emballage

3.2.2.1. Description de l'emballage

L'emballage est constitué du seul projecteur GAM 120 ou du seul projecteur GAM 80 qui sont présentés (voir figure **F-A-II.0.2** de la présente annexe).

La partie principale est de forme cylindrique.

Les dimensions générales du projecteur sont les suivantes :

- GAM 80 : longueur 290 mm, largeur 112 mm, hauteur 185 mm ;
- GAM 120 : longueur 290 mm, largeur 132 mm, hauteur 195 mm.

Les dimensions utiles de la cavité du porte-source sont :

- 16,5 mm de longueur ;
- 8 mm de diamètre.

La masse du projecteur GAM 80 est de 17 kg, celle du GAM 120 est de 20 kg.

Le projecteur GAM 80 ou GAM 120 est constitué de :

- Un bloc de protection biologique en Uranium appauvri en forme de poire contenant un conduit droit en tungstène pour le logement du porte source et d'un obturateur cylindrique le verrouillant ;
- Une carcasse extérieure en acier inoxydable.

3.2.2.2. Système de fermeture

Le projecteur est équipé d'une serrure à clef amovible assurant la mise hors service de l'appareil par blocage de l'obturateur et du volet protecteur. Le transport avec clef de sécurité sur l'appareil est interdit.

3.2.2.3. Eléments de calage/arrimage

L'emballage ne présente pas d'éléments d'arrimage, l'arrimage du projecteur réalisé à travers sa poignée est proscrit.

Le projecteur doit être posé sur ses patins.

3.3. Les Générateurs de Vapeurs déposés

3.3.1. Principes

Les générateurs de vapeur (GV) sont des gros composants qui font l'objet d'un programme de remplacement sur le parc électronucléaire français. Ces composants ne peuvent être emballés du fait de leurs dimensions et masse (voir figure **F-A-II-0.3** de la présente annexe). Ils sont transportés sur site entre le bâtiment réacteur et leur(s) bâtiment(s) d'entreposage (voir chapitre **I-3.1.1.6.** du RDS).

Le confinement du contenu radioactif pendant le transport est réalisé par l'objet lui-même.

3.3.2. Description du contenu radioactif autorisé

Les GV ne contiennent aucune matière dangereuse, mais sont des objets contaminés. La contamination est située à l'intérieur du GV, répartie sur les surfaces qui ont été en contact avec l'eau du circuit primaire, à savoir :

- L'intérieur des tubes du faisceau tubulaire ;

- L'intérieur de la boîte à eau ;
- L'intérieur des tubulures d'entrée et de sortie de la boîte à eau.

L'activité enveloppe des GV usés est, sans considération d'une décroissance radioactive après la chute des barres du réacteur, déjà inférieure à 100 A2.

Les émetteurs à vie courte, en particulier le Co58, participent de manière notable (40 %) à la valeur du nombre de A2. L'activité enveloppe est inférieure à 80 A2 au bout de 30 jours après la chute des barres.

3.3.3. Description du générateur de vapeur

Description

Pour la description de ce composant, on se reportera au chapitre **I-3.1.1.1.** du RDS.

Système de fermeture

Les GV sont préalablement découpés en deux parties pour pouvoir les extraire du bâtiment réacteur.

Avant la sortie des 2 parties d'un GV du bâtiment réacteur, les orifices sont fermés :

- Les trous d'œil, de poing et d'homme (To, Tp, TH) sont obturés par leurs tapes boulonnées ;
- Les tubulures primaires sont obturées par des tapes soudées (leur épaisseur est de 7,5 cm environ) ;
- L'enveloppe du GV est reconstituée au niveau des parties découpées par des tapes soudées.

Eléments de manutention et arrimage

Les parties supérieure et inférieure de chaque GV sont manutentionnées en position horizontale par l'intermédiaire de deux élingues.

Pendant la phase du transport interne, chaque partie de GV est positionnée sur le moyen de transport à l'aide de deux berceaux comportant un revêtement antidérapant.

3.4. Les caissons métalliques FAMA 5 m³ pré-bétonnés

3.4.1. Principes

Les caissons métalliques FAMA pré-bétonnés 5 m³ (Faible Activité / Moyenne Activité) sont des emballages à usage unique, métalliques parallélépipédiques destinés à être injectés sur le Centre de Stockage de l'Aube (ANDRA). Ils sont conçus et fabriqués conformément aux exigences et aux prescriptions de l'ANDRA. Ils sont destinés au transport et au stockage de déchets d'exploitation ou de démantèlement d'installations nucléaires (voir figure **F-A-II-0.4** de la présente annexe).

Les anciens modèles pré-bétonnés qualifiés pour une masse brute de 5,8 t selon les essais de 2003 pourront être utilisés et expédiés vers le Centre de Stockage de l'Aube mais ne peuvent plus être fabriqués depuis le 1^{er} janvier 2017.

3.4.2. Description du contenu radioactif autorisé

Les déchets conditionnés dans les caissons métallique 5 m³ pré-bétonnés peuvent être hétérogènes ou homogènes (résidus radioactifs finement divisés ou broyés pouvant être répartis d'une manière homogène dans une matrice).

Les caractéristiques des déchets dangereux ou non dangereux conditionnés en caissons métalliques FAMA ainsi que les limites de déchets dangereux fixées par l'ANDRA ne remettent pas en cause la

sûreté des opérations de transport interne et sont données de telle sorte qu'aucun risque subsidiaire ne soit envisageable.

Les matières transportées sont uniquement sous forme solide. Elles peuvent contenir de l'humidité sous forme de trace mais elles doivent être non exsudables (une simple pression manuelle ne doit pas faire l'objet d'égouttures).

La masse maximale des colis constitués et fermés, avant injection, ne dépasse pas 8 tonnes.

Caractéristiques radiologiques des déchets

Les caractéristiques radiologiques des déchets FAMA conditionnés en caisson métallique pré-bétonnés 5 m³ sont regroupées dans les dossiers d'agrément ANDRA. Dans tous les cas, ces caractéristiques respectent les spécifications ANDRA.

Le contenu radioactif est limité aux matières LSA-II et SCO-II.

L'activité maximale admissible dans les caissons métalliques FAMA est inférieure à 100.A2.

Les matières radioactives transportées ne contiennent pas de matières fissiles.

3.4.3. Aménagements internes

Des paniers métalliques (panier ou demi-panier) permettent de « pré-conditionner » les déchets de manière à ce que l'injection de liant hydraulique soit effective au sein des déchets et autour des déchets. Les paniers et demi-paniers sont calés dans les caissons par des plots de centrage en béton collés sur les surfaces internes des caissons.

3.4.4. Définition des emballages

Description

Les caissons métalliques 5 m³ pré-bétonnés sont des emballages parallélépipédiques fermés par un couvercle.

Ils sont en acier (caisson et couvercle) et munis de deux orifices d'injection et d'un évent apte à recevoir un dispositif de filtration pour empêcher la dispersion de contamination durant l'injection. Ces équipements sont disposés sur le couvercle du caisson ; le couvercle étant fixé hermétiquement (présence d'un joint tubulaire) au caisson par un verrouillage de type boulonnage.

Ces emballages possèdent une épaisseur de pré-bétonnage uniformément répartie sur les 5 faces. Le couvercle des caissons pré-bétonnés est équipé d'une protection radiologique en acier, en plomb, ou en béton haute densité.

Les dimensions extérieures hors tout des emballages sont :

- longueur : 1 700 mm ;
- largeur : 1 700 mm ;
- hauteur : 1 817 mm.

Système de fermeture

Le système de fermeture du colis est constitué par :

- le couvercle muni de son joint, et fermé par 12 vis M12 ;
- les bouchons métalliques étanches munis de leurs joints, vissés sur les deux orifices d'injection et sur l'évent.

Eléments de manutention et arrimage

Les caissons métalliques 5 m³ pré-bétonnés sont manutentionnés par 4 anneaux de levage, ou par les deux passages de fourches équipés d'un système anti-basculement.

4. DESCRIPTION DES COLIS CONTENANT UNE ACTIVITE SUPERIEURE A 100 A2 ET/OU FISSILES

Le combustible neuf ou irradié de l'INB n°75 a été évacué avant la phase de démantèlement. Pour les matières d'activité supérieure à 100 A2 devant faire l'objet d'un transport interne, ces matières sont transportées dans des colis agréés TN 12/2 ou R73 (utilisé conformément à son agrément).

Pour la description de ces colis, on se reportera au certificat d'agrément en vigueur.

5. ANALYSE DE SURETE

5.1. Respect des exigences de sûreté des colis TI 0

5.1.1. Fonctions de sûreté

- Le **confinement** des colis TI0 est assuré par la présence de la boîte à fermeture positive, de la bâche ou de l'enveloppe vinyle fermée ;
- La **protection radiologique** est assurée principalement par la limitation de l'intensité de rayonnement à 25 µSv/h en tout point des surfaces verticales du colis.

Compte tenu des faibles dangers potentiels de la matière, d'activité limitée à 10⁻³ A2 (ou 10⁻³ A1 pour les matières radioactives sous forme spéciale), aucune autre justification de sûreté n'est nécessaire pour ce type de colis.

5.2. Respect des exigences de sûreté des colis TI 1

5.2.1. Fonctions de sûreté

- Le **confinement** des colis TI1 est assuré par la présence de la boîte à fermeture positive ;
- La **protection radiologique** est assurée par la limitation de l'intensité de rayonnement au contact des colis, et les dispositions organisationnelles décrites dans la note EDF D450713011936 ind.7 "Maîtrise des transports internes de marchandises dangereuses".

L'activité du contenu du colis étant limité à A2 (ou A1 pour les matières radioactives sous forme spéciale), les conséquences radiologiques en cas d'accident de transport interne, conduisant à l'effacement total de l'emballage, seraient limitées au voisinage direct du colis endommagé.

Par construction des valeurs A1 et A2 (cf. IAEA Safety Standards - Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material - Specific Safety Guide N° SSG-26 (2012 Edition), la dose efficace reçue par une personne exposée 30 minutes à 1 m du contenu non protégé n'excéderait pas la valeur de référence de 50 mSv (tous modes d'expositions). La dose reçue par chacun des organes, peau comprise, n'excéderait pas 0,5 Sv (0,15 Sv dans le cas du cristallin).

5.3. Respect des exigences de sûreté des colis TI 2

5.3.1. Respect des exigences des coques de déchet C1 et C4 non bloquées

5.3.1.1. Dossier de conformité

Les coques de déchet C1 et C4 non bloquées, et dont l'activité est supérieure à 2. A2, sont transportées sur site conformément aux dossiers de conformité EDF D450718006934 ind.1 "Dossier de conformité du système de transport interne des coques non bloquées" et SYMBIOTECH

SYM0084PV07 ind.E “Dossier de conformité – couvercle confinant pour transport interne de coques béton non bloquées”.

Les coques de déchet C1 et C4 non bloquées sont des colis T12 qui ne répondent pas à toutes les exigences T12.EX1 à T12.EX4 (voir § 2.3 de la présente annexe). Ces colis sont donc transportés en tant que « systèmes de transport » (voir § 2.3.7 de la présente annexe). Des dispositions compensatoires, décrites au § 3.1.3.3 de la présente annexe, sont mises en place, conformément à la note EDF D450713011936 ind.7 “Maîtrise des transports internes de marchandises dangereuses”.

Les dossiers EDF D450718006934 ind.1 “Dossier de conformité du système de transport interne des coques non bloquées” et SYMBIOTECH SYM0084PV07 ind.E “Dossier de conformité – couvercle confinant pour transport interne de coques béton non bloquées” démontrent la conformité des coques de déchet C1 et C4. Les conclusions sont rappelées dans le tableau ci-dessous.

Exigences (voir § 2.3 de la présente annexe)	Respect de l'exigence
T11.EX1	L'emballage est fermé par le bouchon biologique muni d'un joint, verrouillé sur la coque par des vis serrées au couple spécifié dans le dossier de conformité.
T11.EX2	Le colis est manutentionné par le bouchon biologique à l'aide d'une pince à coque.
T11.EX3	L'intégrité du colis est assurée pendant les conditions de transports internes de routine (sans incident).
T11.EX4	Les éléments constitutifs du colis ne présentent pas d'incompatibilité physique ou chimique.
T11.EX5	Le contenu radioactif n'a pas d'autres propriétés dangereuses.
T11.EX6	Le colis ne contient pas de machine contenant des fluides.
T12.EX2	Les filtres de circuit sont égouttés lors des opérations de dépose mais peuvent contenir une faible quantité d'eau résiduelle. Le risque de radiolyse est nul étant donné la durée de transport très courte, inférieure à la journée.

Exigences (voir § 2.3 de la présente annexe)	Respect de l'exigence
T12.EX3	Les colis ont été soumis aux épreuves prévues au § 2.3.3.1 de la présente annexe. Ces épreuves ont permis de démontrer que la coque reste bouchée quel que soit l'angle de chute. En revanche, la rupture des paniers centreurs de filtre ne permet pas de garantir le critère de débit de dose au contact de la coque après chute. Les dispositions compensatoires décrites au § 3.1.3.3 de la présente annexe permettent d'éviter la chute du colis pendant le transport.
T12.EX4	Les coques non bloquées peuvent de façon très marginale dépasser 2.A2. Les tests d'étanchéité réalisés avant et après les épreuves prévues au § 2.3.3.1 de la présente annexe montrent que le relâchement avant chute est inférieur à 10^{-6} A2/h. En revanche après l'épreuve de chute, l'étanchéité du colis n'est plus assurée suite à la fissuration du béton. Les dispositions compensatoires décrites au § 3.1.3.3 de la présente annexe permettent d'éviter la chute du colis pendant le transport.

5.3.1.2. Fonctions de sûreté

Ces fonctions sont assurées par les différents composants des coques.

- L'**enceinte de confinement** est constituée par :
 - Le corps de la coque en béton et la peau métallique intérieure étanche ;
 - Le couvercle muni de son joint.
- La **protection radiologique** est assurée principalement par :
 - Le corps de la coque ;
 - Le couvercle en acier ;
 - des protections biologiques éventuelles (selon l'activité transportée) placées à l'intérieur ou à l'extérieur de la coque ;
 - Le respect éventuel (selon l'activité transportée) d'un périmètre d'exclusion.
- La **protection contre les chocs** est assurée par l'épaisseur de béton et d'acier du corps et du couvercle.

5.3.1.3. Mesures que l'expéditeur doit prendre avant l'expédition

Les coques sont préparées et transportées suivant des procédures d'exploitation conformes à la note EDF D450713011936 ind.7 "Maîtrise des transports internes de marchandises dangereuses", de façon à assurer le maintien des fonctions de sûreté décrites ci-dessus.

Les dispositions opérationnelles décrites au § 3.1.3.3 de la présente annexe doivent être mises en place.

5.3.1.4. Assurance de la qualité

Les principes d'assurance de la qualité appliqués lors du transport interne des coques sont conformes à ceux décrits dans le manuel d'assurance qualité du site.

5.3.2. Respect des exigences des gammagraphes de type B transportés sans leur "CEGEBOX"

5.3.2.1. Dossier de conformité

Les colis gammagraphes GAM 80 et GAM 120 sont transportés sur site conformément au dossier de conformité EDF D450714006108 ind.2 "Dossier de conformité générique - Les Gammagraphes de type B transportés sans leur « CEGEBOX »".

Le dossier EDF D450714006108 ind.2 "Dossier de conformité générique - Les Gammagraphes de type B transportés sans leur « CEGEBOX »" démontre la conformité des gammagraphes aux exigences du paragraphe correspondant (voir § 2.3 de la présente annexe) pour les colis TI2. Les conclusions sont rappelées dans le tableau ci-après.

Exigences (voir § 2.3 de la présente annexe)	Respect de l'exigence
TI1.EX1	La « matière radioactive sous forme spéciale » est une source scellée.
TI1.EX2	Le colis est manutentionné à la main grâce à la poignée. L'arrimage du projecteur réalisé à travers sa poignée est proscrit. Lors du transport le projecteur est posé sur ses patins.
TI1.EX3	L'intégrité du colis est assurée pendant les conditions de transports internes de routine (sans incident).
TI1.EX4	L'emballage, ses composants et ses structures sont chimiquement compatibles entre eux et avec le contenu radioactif.
TI1.EX5	Le contenu radioactif n'a pas d'autres propriétés dangereuses.
TI1.EX6	Le colis ne contient pas de machine contenant des fluides.
TI2.EX2	Le colis ne contient pas d'eau.
TI2.EX3 TI2.EX4	Les gammagraphes GAM 80 et GAM 120 ont subi des épreuves qui couvrent les épreuves représentatives des conditions incidentelles de transport interne (voir § 2.3.3.1 de la présente annexe). A l'issue de ces épreuves le relâchement d'activité du colis ne dépasse pas 10^{-6} A2/h.

5.3.2.2. Fonctions de sûreté

- L'**enceinte de confinement** de l'emballage est constituée par l'enveloppe des sources scellées agréées « matières radioactives sous forme spéciale » ;
- La **protection radiologique** est assurée par le bloc en Uranium appauvri du projecteur GAM 80 ou GAM 120, du doigt obturateur en Uranium appauvri qui assure la protection radiologique du côté avant (éjection) du projecteur et du porte-source dont le blindage en Uranium appauvri gainé extérieurement d'acier inoxydable assure la protection radiologique du côté arrière (télécommandé) du projecteur ;
- La dissipation de la puissance interne est assurée par l'enveloppe en acier inoxydable et le bloc en Uranium appauvri ;
- La **protection contre les chocs** est assurée par l'enveloppe en acier inoxydable et le bloc en Uranium appauvri ;
- La **protection contre l'incendie** est assurée par l'enveloppe en acier inoxydable et le bloc en Uranium appauvri.

5.3.2.3. Mesures que l'expéditeur doit prendre avant l'expédition du colis

Les gammagraphes sont transportés suivant les consignes d'exploitation décrites dans le dossier de conformité EDF D450714006108 ind.2 "Dossier de conformité générique - Les Gammagraphes de type B transportés sans leur « CEGEBOX »", et dans la note EDF D450713011936 ind.7 "Maîtrise des transports internes de marchandises dangereuses", de façon à assurer le maintien des fonctions de sûreté décrites ci-dessus.

5.3.2.4. Programme d'entretien

L'entretien des emballages est décrit dans le dossier de conformité EDF D450714006108 ind.2 "Dossier de conformité générique - Les Gammagraphes de type B transportés sans leur « CEGEBOX »", et est conforme à la note EDF D450713011936 ind.7 "Maîtrise des transports internes de marchandises dangereuses", de façon à assurer le maintien des fonctions de sûreté décrites ci-dessus.

5.3.2.5. Assurance de la qualité

Les principes d'assurance de la qualité appliqués lors de la conception, la fabrication, l'inspection, les essais, la maintenance et l'utilisation du colis sont décrits dans le dossier de conformité EDF D450714006108 ind.2 "Dossier de conformité générique - Les Gammagraphes de type B transportés sans leur « CEGEBOX »".

5.3.3. Respect des exigences des générateurs de vapeur déposés

5.3.3.1. Dossier de conformité

Les générateurs de vapeur déposés (en 2 parties) sont transportés sur site conformément au dossier de conformité EDF D305513031749 ind.B "RGV 900 MWe - Eléments nécessaires pour le CNPE pour l'opération de transport interne des GV usés vers le bâtiment d'entreposage".

Les générateurs de vapeur déposés sont transportés en tant que « systèmes de transport » (voir § 2.3.7 de la présente annexe.). Du fait de leur grande taille, ils ne répondent pas à toutes les exigences du paragraphe correspondant (voir § 2.3 de la présente annexe) pour les colis TI2, et des dispositions compensatoires sont mises en place.

Exigences (voir § 2.3 de la présente annexe)	Respect de l'exigence
T11.EX1	Les générateurs de vapeur déposés sont constitués d'une enceinte fermée, dont tous les orifices sont obturés.
T11.EX2	Le GV est manutentionné en position horizontale par l'intermédiaire de deux élingues. Pendant la phase du transport interne, Il est positionné sur le moyen de transport à l'aide de deux berceaux comportant un revêtement antidérapant.
T11.EX3	L'intégrité du colis est assurée pendant les conditions de transports internes de routine (sans incident).
T11.EX4	L'emballage, ses composants et ses structures sont chimiquement compatibles entre eux et avec le contenu radioactif.
T11.EX5	Le contenu radioactif n'a pas d'autres propriétés dangereuses.
T11.EX6	Le colis ne contient pas de machine contenant des fluides.
T12.EX2	Le colis ne contient pas d'eau.
T12.EX3 T12.EX4	<u>Dispositions compensatoires</u> : <ul style="list-style-type: none">- Le convoi est télé-opéré et circule au pas ;- La remorque est en position basse, et suit un trajet étudié lors de la préparation de chaque opération ;- Le transport interne est réalisé hors horaires travaillés ;- Une distance d'exclusion est mise en place autour du convoi.

5.3.3.2. Fonctions de sûreté

Ces fonctions sont assurées par les différents composants du générateur de vapeur.

- L'**enceinte de confinement** est constituée par :
 - La boîte à eau primaire, la plaque tubulaire et les tubes d'échange ;
 - L'enceinte secondaire et ses tapes d'orifices, qui constituent une deuxième barrière de confinement autour des tubes d'échange ;
 - Les tapes de fermetures des trous d'homme primaires, des tubulures et des piquages primaires, et des GV coupés en 2.
- La **protection radiologique** est assurée principalement par :
 - Les épaisseurs des enceintes primaire et secondaire en acier (d'épaisseur de 7 à 10 cm), ainsi que des tubes d'échange ;
 - Le respect d'un périmètre d'exclusion lors du transport interne.
- La **protection contre les chocs** est également assurée par l'épaisseur d'acier des enceintes primaire et secondaire.

5.3.3.3. Mesures que l'expéditeur doit prendre avant l'expédition du colis

Le GV est préparé et transporté suivant des procédures conformes aux consignes d'exploitation (cf. note EDF : D305513031749 ind. B "RGV 900 MWe - Eléments nécessaires pour le CNPE pour l'opération de transport interne des GV usés vers le bâtiment d'entreposage"), de façon à assurer le maintien des fonctions de sûreté décrites ci-dessus.

5.3.3.4. Assurance de la qualité

Les principes d'assurance de la qualité appliqués lors du transport interne du GV sont conformes à ceux décrits dans le manuel d'assurance qualité du site.

5.3.4. Respect des exigences des caissons métalliques FAMA 5 m³ pré-bétonnés

5.3.4.1. Dossier de conformité

Les caissons métalliques FAMA pré-bétonnés 5 m³ sont transportés sur site conformément au dossier de conformité EDF : D455516004049 ind.A "Dossier de conformité pour le transport interne - Caissons FAMA nus et pré-bétonnés".

Le dossier EDF : D455516004049 ind.A "Dossier de conformité pour le transport interne - Caissons FAMA nus et pré-bétonnés" démontre la conformité des caissons métalliques FAMA pré-bétonnés 5 m³ aux exigences du paragraphe correspondant (voir § 2.3 de la présente annexe) pour les colis T12. Les conclusions sont rappelées dans le tableau ci-dessous.

Exigences (voir § 2.3 de la présente annexe)	Respect de l'exigence
T12.EX7	<ul style="list-style-type: none">- Le contenu radioactif est limité aux matières LSA-II et SCO-II d'activité inférieure à 100 A2 ;- Les caissons sont conçus pour satisfaire à l'épreuve exigée par l'ANDRA ;- A l'issue de cette épreuve le confinement et la protection biologique du colis restent intègres.

5.3.4.2. Fonctions de sûreté

- L'**enceinte de confinement** est constituée par le corps du caisson, le couvercle muni de son joint, les bouchons métalliques vissés sur les deux orifices d'injection et sur l'évent ;
- La **protection radiologique** est assurée principalement par les épaisseurs d'acier et du pré-bétonnage, ainsi que de l'épaisseur d'acier, de plomb ou de béton haute densité située sur le couvercle ;
- La **protection contre les chocs** est également assurée par l'épaisseur d'acier du corps et du couvercle.

5.3.4.3. Mesures que l'expéditeur doit prendre avant l'expédition du colis

Le caisson est préparé et transporté suivant des procédures conformes au dossier de conformité EDF : D455516004049 ind.A "Dossier de conformité pour le transport interne - Caissons FAMA nus et pré-bétonnés", de façon à assurer le maintien des fonctions de sûreté décrites ci-dessus.

5.3.4.4. Assurance de la qualité

Les principes d'assurance de la qualité appliqués lors de la conception, la fabrication, l'inspection, les essais, et l'utilisation du colis sont conformes à ceux décrits dans le dossier de conformité EDF : D455516004049 ind.A "Dossier de conformité pour le transport interne - Caissons FAMA nus et pré-bétonnés".

5.4. Respect des exigences concernant les transports internes de liquides et gaz radioactifs

Les colis transportant des matières radioactives liquides ou gazeuses sont conformes à la réglementation des transports des marchandises dangereuses sur la voie publique en vigueur.

Les propriétés dangereuses de la matière sont signalées conformément à la note EDF : D450713011936 ind.7 "Maîtrise des transports internes de marchandises dangereuses".

5.5. Respect des exigences concernant les transports internes de marchandises dangereuses non radioactives

Les colis transportant des marchandises dangereuses non radioactives sont conformes à la réglementation des transports des marchandises dangereuses sur la voie publique en vigueur.

Les propriétés dangereuses de la matière sont signalées conformément à la note EDF : D450713011936 ind.7 "Maîtrise des transports internes de marchandises dangereuses".

5.6. Respect des exigences concernant les colis TI 3

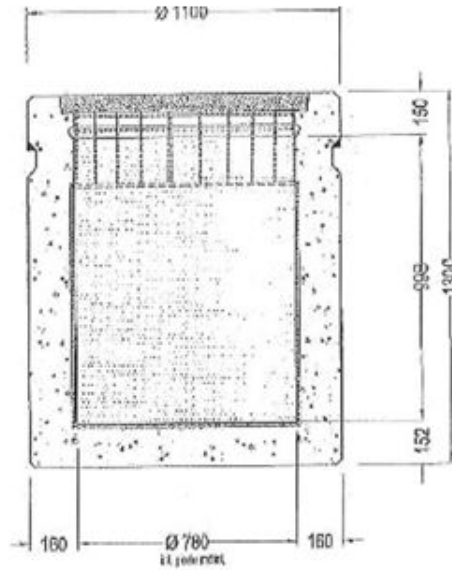
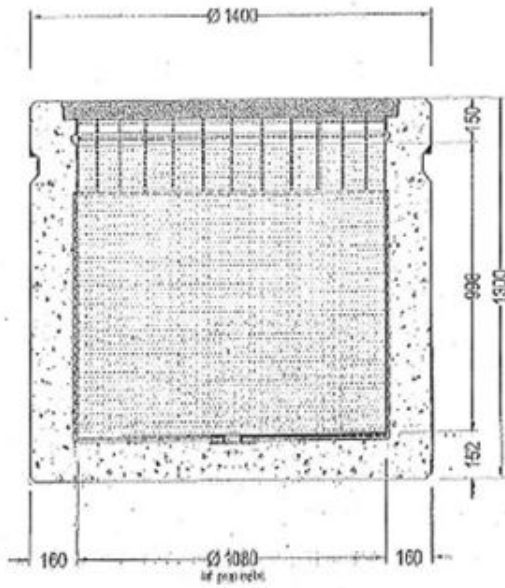
Les colis TI 3 sont des colis transportant des matières radioactives d'activité supérieure à 100 A2, et/ou fissiles.

Lors du transport interne de colis de matières radioactives d'activité supérieure à 100 A2 et/ou fissiles, certaines phases de transport interne sont réalisées alors que le colis n'est pas configuré conformément à son certificat d'agrément. C'est le cas sur l'INB n°75 lorsque le colis est transféré sur le lorry.

F-A-II-0.1 -1 COQUES DE DECHET C1 ET C4

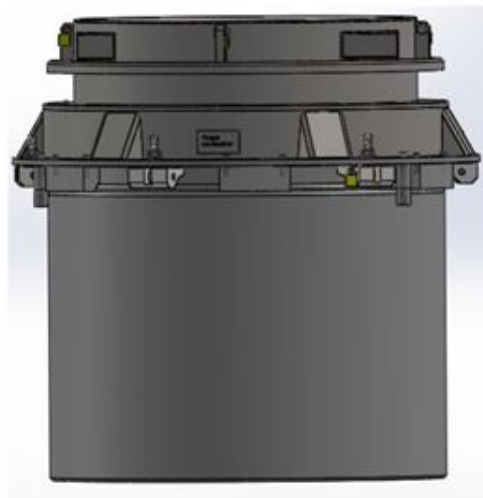
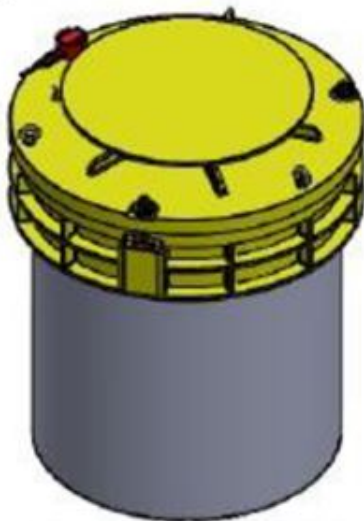
Coque C1

Coque C4

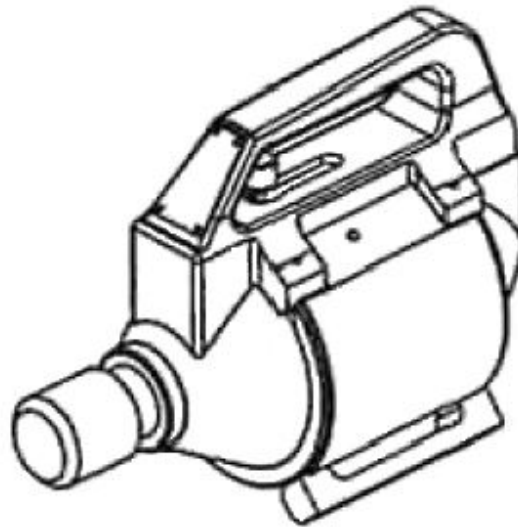


Coque munie de son couvercle biologique

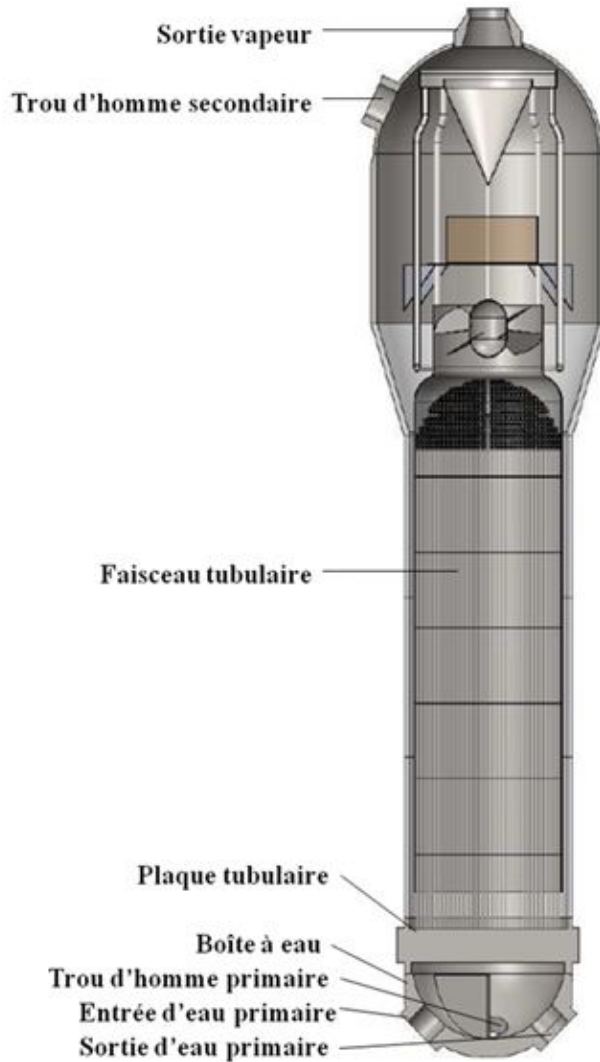
Coque munie de son couvercle confinant



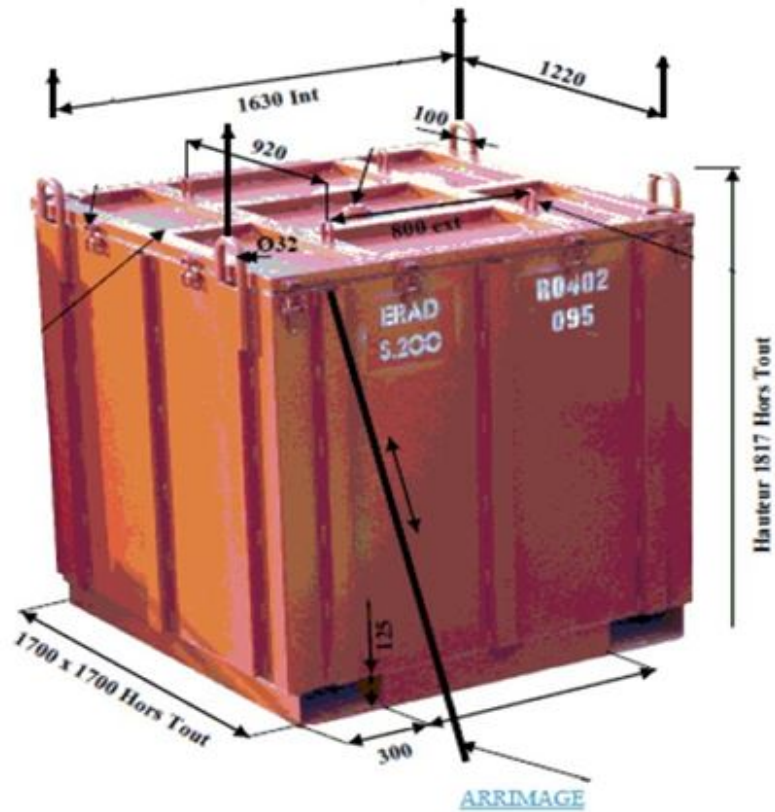
F-A-II-0.1-2. GAMMAGRAPHES



F-A-II-0.1-3. SCHEMA DE PRINCIPE D'UN GENERATEURS DE VAPEUR



F-A-II-0.1-4. CAISSONS METALLIQUES FAMA 5 M³ PRE-BETONNES



A-II-0.2 PRISE EN COMPTE DE LA CO-ACTIVITÉ

La prise en compte des risques liés aux situations de co-activité est faite de la manière suivante :

- Au travers de la construction du scénario de démantèlement qui repose sur :
 - Un découpage des opérations par bâtiment, avec des opérations réalisées entre bâtiments différents qui sont pour l'essentiel indépendantes et ne génèrent pas de co-activité ;
 - La valorisation de l'agencement général des bâtiments qui rend possible la co-activité (e.g. la réalisation en parallèle d'activités de démantèlement au niveau plancher piscine et dans les niveaux inférieurs pour chaque bâtiment réacteur et bâtiment combustible) ;
 - L'adaptation des opérations et des voies de circulation de personnels, de matériels et de déchets au fil de l'avancée du démantèlement, pour prendre en compte les risques liés à la co-activité (e.g. séparation des flux de personnels et des colis de déchets).
- Au travers des exigences issues de la démonstration de sûreté (voir chapitre **II-2**), qui prend en compte les risques liés aux co-activités inter-bâtiments (e.g. exigence de tenue sismique portée par les structures d'un bâtiment applicables en phase de démantèlement ainsi qu'en phase d'assainissement tant que les bâtiments adjacents sont des cibles de sûreté) ;
- Au travers de la mise en œuvre des chantiers (plusieurs chantiers ou plusieurs activités d'un même chantier peuvent avoir lieu en même temps). L'analyse de risque chantier produite en amont de la mise en œuvre de chaque chantier, permet d'identifier entre autres les risques inhérents à la co-activité et de définir les parades nécessaires à la maîtrise de ces risques. L'exploitant s'assure, pendant les études des titulaires, que le planning et l'organisation de chaque chantier permettent la prise en compte des contraintes d'exploitation dans le respect des consignes de sécurité et des exigences de sûreté. Les aspects organisationnels sont ensuite vérifiés sur le chantier. Les chantiers partagent souvent des moyens de manutention mis à disposition sur les sites (ponts et portiques, zones d'entreposage, etc.). L'exploitant coordonne toutes les actions d'exploitation à l'avance et procède à la surveillance des chantiers pour s'assurer de leur bon déroulé. Un registre chantier est tenu à jour afin d'assurer la continuité et la traçabilité des interventions dans la durée.

Les phases du démantèlement considérées comme les plus sensibles vis-à-vis des risques liés aux situations de co-activité sont :

- La phase de démantèlement du bâtiment réacteur, hors circuit primaire principal, lors de laquelle les chantiers sont partiellement prévus en 2x8 avec des activités simultanées de différents corps de métiers et entreprises sur les chantiers. Les risques liés à la co-activité sont pris en compte à la conception et préparation des chantiers, dans l'organisation quotidienne des plannings d'opérations, ainsi que dans la conception des voies de circulation des personnels, matériels et colis de déchets ;
- Les phases de démantèlement impliquant des manutentions lourdes, comme par exemple le démantèlement des générateurs de vapeur, le démantèlement du pressuriseur, le démantèlement de la cuve, ou encore l'exploitation de l'atelier de redécoupe « gros composants ». Pour ces types d'opérations sensibles, le risque lié à la co-activité est pris en compte via des mesures organisationnelles de limitation de présence de personnels ou l'arrêt temporaire des chantiers dans les zones à risque lors des opérations de manutention ;
- Les phases de démantèlement impliquant des risques radiologiques dus à la présence du risque d'irradiation lors d'activités dans des zones à fort débit de dose, comme par exemple le démantèlement des internes de cuve, le démantèlement du local RIC, ou encore le retrait du liner piscine réacteur. Les risques liés à la co-activité sont pris en compte à la conception et préparation des chantiers (e.g. mise en place de dispositions de protection collectives, séparation des voies de circulation des personnels, matériels et colis de déchets).

A-II-0.3 FACTEURS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS (FOH) — APPLICATION AU DÉMANTÈLEMENT DE FESSENHEIM

Sur la base des études détaillées, des actions sont initiées pour identifier les activités sensibles d'un point de vue facteurs humains ainsi que les problématiques facteurs humains à instruire pour chacune d'elles. Les parades ou actions de conception à mettre en place sont définies à un stade ultérieur du projet.

L'identification des activités sensibles est réalisée à partir :

- Des conséquences de la mauvaise réalisation de l'activité sur la sûreté (notamment le lien avec une situation de référence décrite au chapitre ***II-3***), voire sur les autres domaines de risques (sécurité, RP, environnement) et globalement de performance (respect des plannings) ;
- Des incertitudes « résiduelles » liées à la conception du démantèlement (dimensionnement, modélisation, mise au point d'outils et de techniques spécifiques) et des aléas envisageables (inventaire physique et/ou radiologique...) en cours de démantèlement ;
- Des difficultés potentielles de réalisation de l'activité par un intervenant. Cette analyse est basée sur le REX et prend en compte, selon les cas, plusieurs composantes de l'activité réalisée parmi la liste ci-dessous :
 - Les objectifs de l'action et l'enchaînement des tâches à accomplir ;
 - Le contexte : urgence, co-activité, opération nouvelle ou peu familière ;
 - La catégorie professionnelle et l'effectif en charge de l'action ;
 - Les moyens techniques (outils à main, protections individuelles, dispositifs de manutention, etc.) ;
 - La durée prévisible de l'intervention, sa fréquence éventuelle, sa période possible de mise en œuvre (de jour, de nuit) et selon quel type de roulement (2 x 8) ;
 - L'environnement de la zone de travail : accessibilité, encombrement, exigüité, salubrité, pièces en mouvement, travail en hauteur, etc. ;
 - Les postures induites du fait de l'action ou de la prise d'information visuelle (travail debout, assis, accroupi, à genoux, bras au-dessus du cœur, etc.) ;
 - Les efforts requis pour manutentionner les outils, déplacer des colis, etc. ;
 - Les conditions d'ambiance physique : éclairage, bruit, vibrations, chaleur, froid, humidité, pollutions spécifiques, etc. ;
 - Les aléas envisageables susceptibles de nuire à l'activité de travail : dégagement de poussières, émissions de fumée, turbidité de l'eau, temporisations, circulations d'engins ou de personnes, etc.

Le démantèlement du bâtiment réacteur comprend à la fois des activités à forte sensibilité SOH et des activités à sensibilité SOH modérée. Par conséquent, le niveau d'exigences enveloppe sera retenu vis-à-vis des entreprises étudiant en détail et réalisant ces activités, à savoir :

- La description précise des activités réalisées ;
- La mise en œuvre, pendant les études et la réalisation des travaux, du programme d'intégration des facteurs humains. La surveillance s'exercera sur les documents produits et pourra prendre la forme d'audits au sein des entreprises et d'observations lors de la réalisation des travaux.

1. ACTIVITES A FORTE SENSIBILITE SOH

Ces opérations requièrent des activités sensibles dont le mauvais accomplissement est susceptible d'avoir des conséquences sur la sûreté et/ou la radioprotection, et/ou des activités à forte composante humaine, des activités nouvelles peu maîtrisées par les groupements ou des activités impactant fortement l'exploitation des installations.

Les activités suivantes sont identifiées comme étant de forte sensibilité SOH.

1.1. Découpe sous eau de la cuve

L'opération consistant au transfert en air de la cuve sur le stand de découpe puis à la découpe progressive de la cuve sous eau pour conditionnement des déchets en paniers est décrite dans le chapitre **I-5.2**.

La sensibilité SOH du scénario de découpe en eau de la cuve a été pesée en FORT pour les raisons suivantes :

- Une sensibilité forte en ce qui concerne la nouveauté et la complexité des pratiques humaines. Notamment avec la mise en œuvre d'activités de manutention et de découpe spécifiques à cette activité : modes opératoires manutention par exemple, IHM télé-opération, et aménagement de zones de travail (génie civil, accessibilité de certaines zones de travail) ;
- Une sensibilité forte en ce qui concerne les risques encourus ou induits par les futurs intervenants :
 - Une sensibilité forte pour la sécurité classique avec des risques potentiels dus à la manutention de la cuve à l'aide de moyen de levage, à la manipulation de produits ou d'objets potentiellement dangereux, à l'adoption de postures contraignantes ;
 - Une sensibilité forte pour les risques radiologiques dus à la présence du risque d'irradiation lors d'activités dans des zones à fort débit de dose.

Les problématiques SOH à instruire pour cette activité sont notamment :

- Les interventions humaines dosantes :
 - La ré-étanchéification de la piscine et l'installation chantier piscine cuve (proximité cuve) ;
 - Le retrait du palonnier cuve après dépose de celle-ci dans son stand de découpe.
- Des interventions humaines complexes :
 - La manutention de la cuve est une activité sensible d'un point de vue organisationnel, en termes de préparation d'activité (risque d'erreur humaine pouvant générer la chute de la charge) ;
 - La désolidarisation du calorifuge de la cuve est une action complexe et dosante (problématique d'accessibilité) ;
 - La découpe des tuyauteries primaires au plus près de la cuve ;
 - La maîtrise organisationnelle des accès zone rouge (cellule blindée) et opérations de dépannage cellule blindée en cas d'aléas.

1.2. Atelier de redécoupe " gros composants "

L'opération consistant à la libération des équipements à pied d'œuvre puis à leur transfert et traitement dans l'atelier gros composant est décrite dans le chapitre **I-5.2**.

La sensibilité SOH du scénario de démantèlement pour l'atelier de redécoupe des gros composants a été pesée en FORT pour les raisons suivantes :

- Une sensibilité forte en ce qui concerne la nouveauté et la complexité des pratiques humaines due à :

- L'utilisation de plusieurs moyens de découpe ;
 - La co-activité entre les chantiers de démantèlement en cours et l'exploitation de l'atelier ;
 - La nécessité d'aménager de manière spécifique une nouvelle zone de travail (poste de travail).
- Une sensibilité modérée « supposée » en ce qui concerne les risques encourus ou induits par les futurs intervenants :
- Une sensibilité modérée supposée pour la sécurité classique avec des risques potentiels de conséquences non négligeables pour soi ou pour autrui ; notamment vis-à-vis des risques de manutention de charges lourdes : pressuriseur, gros composants ;
 - Une sensibilité modérée pour les risques radiologiques / sûreté : des activités susceptibles d'engendrer un risque de contamination lors d'interventions lors d'activités de découpe ou de conditionnement, d'engendrer un risque de chute de charge (gros composant) entraînant une exposition radiologique des opérateurs.

Les problématiques SOH à instruire pour la conception de cet atelier sont :

- L'aménagement de l'atelier de conditionnement de déchets et de découpe de gros composants ;
- La manutention au pont polaire pour l'introduction de pièces dans l'atelier : mise en place du pressuriseur et entrée des gros composants les plus volumineux ;
- La co-activité entre l'exploitation de l'atelier et le DEM "in situ" des boucles 1 et 3 (dont l'évacuation des colis de déchets requiert périodiquement le pont polaire) ; néanmoins cette co-activité sera limitée et le nombre de colis à évacuer restera inférieur à un colis par jour.

1.3. Démantèlement Générateur de Vapeur

L'opération, consistant à évacuer les trois générateurs de vapeur équipant le bâtiment réacteur en reconduisant dans leur principe les modes opératoires et les installations de chantier précédemment mis en œuvre pour les RGV de 2002 (tranche 1) et 2011 (tranche 2), est présentée dans le chapitre **I-5.2**.

La sensibilité SOH du scénario de démantèlement des GV a été pesée en FORT pour les raisons suivantes :

- Une sensibilité modérée en ce qui concerne la nouveauté et la complexité des pratiques humaines :
 - L'activité nécessite la coordination entre plusieurs acteurs appartenant ou non à différents corps de métiers en 2x8 ;
 - L'activité est issue du REX du parc en exploitation mais sera réalisée pour la première fois sous le nouveau référentiel d'exploitation suite à la mise en application du décret de démantèlement.
- Une sensibilité forte en ce qui concerne les risques encourus ou induits par les futurs intervenants :
 - Une sensibilité forte pour la sécurité classique avec des risques potentiels de conséquences très graves pour soi ou pour autrui liées à la manutention de charges lourdes et volumineuses avec un moyen de levage (REX de chute de GV sur le parc en exploitation) ;

- Une sensibilité forte pour les risques radiologiques et sûreté : des activités susceptibles d'engendrer un risque de perte du confinement et des risques potentiels de contamination ou d'irradiation.

Les problématiques SOH à instruire pour ce scénario sont :

- La manutention de charges lourdes à analyser d'un point de vue organisationnel ;
- L'aménagement et adaptation nécessaire des moyens existants pour la manutention ;
- Les compétences spécifiques pour la manutention ;
- La première mise en application du nouveau référentiel d'exploitation.

1.4. Retrait liner piscine réacteur

L'opération consistant à retirer l'ensemble des tôles d'acier inoxydable ("liner") formant l'étanchéité de la piscine réacteur (à la fois côté compartiment "cuve" et côté compartiment "internes"), ainsi que les différents ancrages d'équipements intégrés aux parois et fond de cette piscine est présentée dans le chapitre **I-5.2**.

La sensibilité SOH du scénario de démantèlement liner de la piscine du BR a été pesée en FORT pour les raisons suivantes :

- Une sensibilité forte en ce qui concerne la complexité des pratiques humaines et un degré d'incertitude important concernant les modes opératoires (outillage de découpe, aménagement de zones de travail du poste de découpe sur nacelle) ;
- Une sensibilité forte en ce qui concerne les risques encourus ou induits par les futurs intervenants :
 - Une sensibilité forte pour la sécurité classique avec des risques potentiels de conséquences très graves pour soi ou pour autrui lors de la manutention manuelle (port de charge), du travail en hauteur et/ou de chute d'objets (deux nacelles élévatrices), et l'adoption possible de postures contraignantes pour les découpes ;
 - Une sensibilité modérée pour les risques radiologiques et sûreté : des activités susceptibles d'engendrer une exposition individuelle importante.

Les problématiques SOH à instruire pour ce scénario sont :

- L'aménagement de poste de travail et le choix de l'outillage pour limiter la complexité des découpes et les risques : travail en hauteur sur nacelle, aménagement du poste de travail de découpe, accessibilité aux zones à découper, visibilité, etc. ;
- La manutention manuelle : retrait des plaques dont la masse peut atteindre une centaine de kg puis transfert au pont polaire vers le plancher +20m pour conditionnement ;
- Les travaux répétitifs : découpe complète des soudures des ancrages sur ce liner ;
- Les compétences spécifiques : formation ou entraînement des opérateurs pour la précision des découpes afin de limiter la durée.

1.5. Démantèlement local RIC

Le périmètre physique de l'installation concerné par le scénario de démantèlement du local « instrumentation du cœur », comprend deux locaux situés au niveau -3,50 m du Bâtiment Réacteur :

- Le local « Instrumentation du cœur », appelé « local RIC » (R141) ;
- Le fond du puits de cuve (R140, sous la cuve).

Les éléments correspondants sont présentés dans le chapitre **I-5.2**.

Le niveau de sensibilité SOH a été identifié comme FORT.

Les problématiques SOH identifiées et à instruire sont :

- Les manutentions et risque de chute de charge ;
- La conception de la cinématique déchet : entreposage, voies de circulation des colis, zone de conditionnement ;
- L'exiguïté et les conditions radiologiques du local « puits de cuve » ;
- La formation aux techniques de découpes ;
- La formation pour la protection des intervenants.

2. ACTIVITES A SENSIBILITE SOH MODEREE

Les problématiques SOH des activités à sensibilité modérée présentées dans la suite du paragraphe sont transverses et concernent notamment les activités sensibles susceptibles de générer une exposition individuelle importante ou les manutentions nécessitant des appareils de préhension à développer.

2.1. Cinématique déchets, matériels et circulation du personnel

La définition du scénario a retenu comme objectif majeur de simplifier les cinématiques d'évacuation des différents déchets afin de limiter les risques encourus lors du transfert de ces déchets vers l'IDT. Les éléments correspondants sont présentés dans le chapitre **I-5.2**.

La sensibilité SOH du scénario de la cinématique déchets/matériels et circulation du personnel a été pesée en MODEREE pour les raisons suivantes :

- Une sensibilité modérée en ce qui concerne la nouveauté et la complexité des pratiques humaines vis-à-vis :
 - D'une coordination entre plusieurs acteurs appartenant ou non à différents corps de métiers (relation avec tous les chantiers) ;
 - De la nécessité de mettre en place des monte-charge dédiés (jusqu'à 25 tonnes) et pour certains dans des espaces limités.
- Une sensibilité modérée en ce qui concerne les risques encourus ou induits par les futurs intervenants :
 - Une sensibilité modérée pour la sécurité classique avec des risques potentiels de conséquences sévères pour soi ou pour autrui liés à l'encombrement des voies de circulation, la manutention de charges ou de matériel lourds ou volumineux (avec moyen de levage) et la manutention manuelle (port de charge) ;
 - Une sensibilité modérée pour les risques radiologiques liés à un risque de chute de charge pouvant entraîner une exposition radiologique des opérateurs.

La problématique SOH à instruire porte notamment sur l'utilisation de l'espace annulaire qui sert par défaut à la circulation du personnel et nécessitera de prévoir la gestion de la co-activité et de mettre en place une organisation pour respecter la charge au sol maximale.

2.2. Démantèlement hors CPP

La sensibilité SOH du scénario de démantèlement hors CPP (hors ateliers gros composants) a été pesée en MODEREE pour les raisons suivantes :

- Une sensibilité modérée en ce qui concerne la nouveauté et la complexité des pratiques humaines vis-à-vis :
 - De la coordination entre plusieurs acteurs appartenant ou non à différents corps de métiers (relation avec tous les chantiers) ;
- Une sensibilité modérée en ce qui concerne les risques encourus ou induits par les futurs intervenants :
 - Une sensibilité modérée pour la sécurité classique avec des risques potentiels de conséquences sévères pour soi ou pour autrui liés à l'encombrement des voies de circulation, à la manutention de charges ou de matériel lourds ou volumineux (avec moyen de levage) et la manutention manuelle (port de charge), au travail en hauteur et/ou chute d'objets, à l'adoption de postures contraignantes (travaux dans des locaux exigus, encombrés) ;
 - Une sensibilité modérée pour les risques radiologiques / sûreté : des activités susceptibles d'engendrer une exposition individuelle importante et une activité pouvant générer un risques de perte de confinement en cas d'erreur humaine.

La problématique SOH à instruire porte notamment sur le démantèlement des accumulateurs RIS susceptible de générer une exposition individuelle importante.

2.3. Démantèlement des internes de cuve

L'opération consistant au transfert sous eau des internes sur le stand de découpe puis à la découpe progressive des internes sous eau pour conditionnement des déchets en paniers est décrite dans le chapitre **I-5.2**.

Le scénario de démantèlement des internes de la cuve a une sensibilité SOH MODEREE du point de vue de la complexité et de la nouveauté des pratiques et du point de vue des risques encourus ou induits par les opérateurs.

Cette sensibilité modérée peut évoluer et être remise en cause en fonction du REX de Chooz et des résultats des analyses SOH faites pour Chooz.

L'analyse est réalisée à partir d'éléments tangibles sur les situations de travail concernées par les changements. Il est nécessaire de disposer d'un minimum d'informations sur les acteurs et activités opérationnelles qui sont ou seront concernées afin de fiabiliser les décisions prises en particulier lorsqu'elles aboutissent à l'absence d'engagement d'une démarche SOH.

Les problématiques SOH à instruire portent notamment sur :

- La conception de la cellule blindée et de la vidange du panier ;
- La maîtrise organisationnelle des accès zone rouge (cellule blindée) et opérations de dépannage cellule blindée en cas d'aléas.